

Міністерство освіти і науки України  
 Національний технічний університет  
 «Дніпровська політехніка»  
Інститут Електроенергетики  
Електротехнічний факультет  
Кафедра систем електропостачання

### ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра  
 Студента Фарафонов Денис Олексійович  
 академічної групи ЕМГ-15-1  
 спеціальності 050702 «Електромеханіка»  
 спеціалізації 6.05070205 «Електромеханічні системи геотехнічних виробництв  
 за освітньо-професійною програмою \_\_\_\_\_  
 на тему «Вибір та обґрунтування системи електропостачання видобувного  
комплексу»

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Прокуда В.М			
розділів:				
Технологічний	Прокуда В.М			
Спеціальний	Прокуда В.М			
Охорона праці	Лутс І.О.			
Економічний	Дементьєва Н.В			
Резензент				
Нормоконтролер	Олішевський			

Дніпро

НТУ «ДП»

2019

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри систем електропостачання

\_\_\_\_\_ **Випанасенко С.І.**

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеня бакалавр**

**студенту:** Фарафонову Денису Олексійовичу.

**академічної групи:** ЕМГ-15-1

**спеціальності:** 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

**за освітньо-професійною програмою** Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

**на тему:** «Модернізація обладнання видобувної ділянки вугільної шахти»  
затверджено наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка»

від \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Розділ	Зміст	Термін виконання
Технологічний	Характеристика діючої шахти та шахтного поля, опис недоліків застарілого обладнання.	
Спеціальний	Вибір механізованого комплексу, розрахунок електропостачання.	
Охорона праці	Розрахунок захисного заземлення	
Економічний	Економічна оцінка проекту	

Завдання видано\_\_ доц. Прокуда В.М.

**Дата видачі:** 15 жовтня 2018

**Дата подання до екзаменаційної комісії** \_\_\_\_\_

**Прийнято до виконання** Фарафоновим Денисом.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 75 с., рис.1, табл.15, додаток А,В, джерела.

ВИДОБУВНИЙ КОМБАЙН,СКРЕБКОВИЙ КОНВЕЄР ,ТИПИ  
МЕХАНІЧНИХ КРІПЛЕНЬ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ВИДОБУВНОЇ  
ДІЛЬНИЦІ, ПОРІВНЯННЯ ВИДОБУВНОГО ОБЛАДНАННЯ,  
ЕНЕРГОЄМНІСТЬ, ПРОДУКТИВНІСТЬ

Об'єкт розроблення – електромеханічне обладнання видобувної дільниці шахти «Дніпровська».

Мета роботи – заміна електротехнічного обладнання та реконструкція системи електропостачання видобувної дільниці.

Результати та їх новизна –змінено радянський комбайн 1к101, який вже застарів, на новітній чеських комбайн MB 410E.У складні нового скребкового конвеєру СЗК 190/800, та механізованого комплексу 1МДТ. Шнековий комбайн забезпечує більш низьку в порівнянні з барабанными енергоємність руйнування вугільного масиву, кращу сортність відбитого вугілля і сприяє стійкості покрівлі при слабких бічних породах.

У вступі поданий опис та проблема конкретної видобувної дільниці.

У технологічному розділі подано гірничо-геологічні показники шахти «Дніпровська» .

У спеціальному розділі проведено вибір електромеханічної техніки, для роботи в лаві.

Новизна технічних рішень полягає у досягненні електромеханічних характеристик, шляхом заміни комбайна, конвеєра, механізованого кріплення і насосної станції.

У розділі “Охорона праці” виконано розрахунок заземлення технічного обладнання.

В економічному розділі проведено розрахунок економічного ефекту, який буде досягнутий при впровадженні проекту.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
Розділ 1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ.....	6
1.1 Гірничо-геологічні умови.....	7
1.2 Загальні відомості про дільницю.....	8
Розділ 2 СПЕЦІАЛЬНИЙ.....	15
2.1 Вибір та обґрунтування машин та обладнання.....	16
2.2 Вибір допоміжного обладнання механізованого комплексу .....	19
2.3 Визначення оптимального режиму роботи комбайна .....	21
2.4 Перевірка забійного конвеєру по продуктивності.....	26
2.5 Енергопостачання, основні відомості.....	29
2.6 Розрахунок електропостачання лави.....	29
2.7 Розрахунок електропостачання збірної стрічки.....	39
2.8 Розрахунок електропостачання бортового стрічки.....	43
Розділ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	49
3.1 Аналіз небезпек та шкідливих умов.....	50
3.2. Протипожежний захист на шахті «Дніпродзержинська» .....	51
3.3.Розрахунок захисного заземлення.....	53
3.4. Опір природних заземлювачів.....	55
Розділ 4 ЕКОНОМІЧНИЙ.....	60
Вступ.....	61
4.1.Розрахунок капітальних інвестицій.....	61
4.2. Розрахунок експлуатаційних витрат.....	64
4.3. Розрахунок амортизаційних відрахувань.....	65
4.4. Розрахунок річного фонду зарплати.....	66
4.5. Визначення інших витрат.....	68
4.6. Визначення річної економії від впровадження об'єкту проектування.....	68
ВИСНОВКИ.....	70
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	73
Додаток А.....	74

## ВСТУП

Очисні роботи – сукупність робіт в підземній гірничій виробці з метою видобутку корисних копалин. Видобуток корисних копалин здійснюється в довгих очисних вибоях - лавах і коротких - камерах. На сучасних вугільних шахтах очисні вибої представляють собою комплекс процесів і операцій: основних – видобуток корисних копалин, дроблення його, загрузка і транспортування до навантажувального пункту, пересування конвеєра, кріплення вибою, управління гірничим тиском, пристрій ніш, заходи по зниженню пилеутворення і газовиділення та допоміжних – доставка матеріалів і обладнання, ремонті роботи і т.д.

Очисні роботи являються основними роботами в шахті, і слугують для видобутку вугілля різними способами.

Основою мого дипломного проекту є вибір сучасного технологічного обладнання, для зменшення енерговитрат, і збільшення продуктивності видобутку вугілля.

## 1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1.Гірничо-геологічні умови

На шахті «Дніпровська» очисні роботи ведуться за допомогою прокладення лав, і видобутку вугілля комбайновим способом. За добу на шахті видобувають до 3000 т. кам'яного вугілля

Максимальна глибина робіт 330 м. Протяжність підземних виробок 96,4/107,7 км (1990/1999). Шахта розробляє пласти св10, Св8, Сн8 потужністю 0,68-1,2 м з кутом падіння пластів 2-5°. Кількість діючих очисних вибоїв 7/3, підготовчих 6/5. На очисних роботах використовуються сучасні вуглевидобувні механізовані комплекси КД-80, у підготовчих вибоях — комбайни ГПКС та ін.

На шахті працює 2 виймальних ділянки, 2 прохідницьких і допоміжні ділянки: водовідлив, УКТ, АГЗ.

Таблиця 1-Гірничо-технічні показники виймальної лави

Найменування показників	Значення
Дата введення очисного забою в експлуатацію	Травень 2018 г.
Тривалість відпрацювання ділянки, міс.	11
Промислові запаси товарного вугілля, тис. т	463,0
Експлуатаційні втрати, тис. т	-
Потужність пласта, м	0,95-1,24
- ср. геологічна	1,15
- виймальна	- при геологічній потужності пласта 0,77 - 1,24 м виймальна потужність складає 1,05 - 1,2 м ; - при геологічній потужності пласта менш 1,03 м виймальна потужність пласта складає 1,05 м.
Кут падіння пласту, град:	
Вздовж лави	0,50-1,50
по напрямку відпрацювання	20 – 50
Довжина лави, м	200
Довжина відпрацьованого стовбура, м	1331

Найменування показників	Значення
Система розробки	Стовбурова
Напрямок відпрацювання лави	По повстанню
Напрямок руху забою	Зворотний хід
Спосіб управління покрівлею в лаві	Повне обвалення
Спосіб виїмки ніш	-
Спосіб доставки вугілля	Конвеєрний
Тип механізованого комплексу	МКД-90
Тип доставки засобів в очисному вибої	конвеєр СП-250
Тип виїмкової машини	1К101У
Кількість виїмкових машин	1
Тип транспорту вугілля по виробці, що прилягає до очисного забою	ПТК (85м), 2ЛТ-1000П (1400м)

## 1.2. Загальні відомості про дільницю.

Основними гірничо-геологічними показниками від яких залежить тип робіт, які будуть проводитися в лаві, та вибору техніки для неї є - кут падіння пласта. Якщо кут падіння перевищує 35 градусів виймальний комбайн буде відрізнятися від того, що застосовуватиметься на менших пластах. Виймальна машина повинна мати спеціальні пристрої для попередження довільного руху вниз під дією власної ваги; секції механізованого кріплення повинні бути взаємопов'язані по довжині для утримання кріплення від сповзання і бокового опрокиду. Так як кут падіння в розглянутій лаві не великий, виймальну машину не потрібно споряджувати спеціальними пристроями, тому що виключена можливість руху комбайна, і для безпеки людей, він не несе ніякої загрози.

Також важливу роль відіграє потужність пласта, тобто висота пласту вугілля. Для виїмки пологих пластів потужністю до 0,7 м застосовують комплекти обладнання, складаються із виїмкової машини, яка працює з ґрунту пласта, скребкового конвеєру і індивідуального кріплення. На пластах потужністю понад 2 м застосовуються кріплення захисно-підтримуючого типу. На розглянутій шахті немає пластів середньої або великої потужності,



тому, дивлячись на цей критерій ми підбираємо виймальну машину, яка розрахована для тонких пластів.

Щоб знати які машини потрібно розміщати в лаві, треба взяти до уваги властивості порід покрівлі і ґрунту. Площа покрівлі в лаві визначається розташуванням видобувних машин і конвеєру, вибою і кріплення, а також шириною вийманої полоси. М'який або хвиляста ґрунт може служити причиною заривання в неї машини і її робочого органу. При хвилястому ґрунті конвеєр повинен згинатися у вертикальній площині і прилягати до ґрунту.

Так як в лавах завжди використовується скребковий конвеєр, то він, завдяки своїй компоновці, може згинатися у вертикальній і горизонтальній площині.

Міцність вугілля, кліваж і пов'язаних з ним віджимання вугілля також впливає на вибір засобів механізації. При вугіллі м'яких і середньої міцності, і отже, помірного віджиманні можна застосовувати машини як ріжучої, так і строгаючої дії, в той час як при міцному вугіллі при опірності вугілля різанню більш 180 кгс/см перевагу слід віддавати машинам ріжучої дії.

Геологічні порушення в межах виїмкового стовпа можуть бути розташовані перпендикулярно забою або під будь-яким кутом до нього.

Наявність декількох неперехідних порушень на відносно невеликій відстані викликає необхідність економічного обґрунтування вибору засобів механізації для виїмки запасів вугілля на ділянці між порушеннями/

Трудомісткість монтажно-демонтажних робіт, віднесена на 1000 т видобутку, зі збільшенням відстані між порушеннями зменшується. Розрахунки показують, що застосування комплексів економічно доцільно при відстані між порушеннями, що перевищує 250-300 м.

1062 лава розташована на ділянці поля шахти за Подовжнім скиданням.

Виймальна ділянка лави оконтурена бортовим штреком і збірним штреком, та розрізною піччю.

Бортовий штрек призначений для транспортування матеріалів, обладнання, провітрювання виїмкової ділянки і пересування людей. Також на

ньому розташований енергопоїзд, на якому є сухі трансформаторні підстанції, розподільчий пункт, АПШ, пускачі, насосні установки, УВЦГ – установка призначена для відкачування небезпечного газу – метану з кінця штреку. Виробка пройдена з східного відкатувального штреку з нижнім підриванням по падінню пласта  $C_{10}$  комбайном КСП-33. Бортовий штрек закріплений рамно-анкерним кріпленням з установкою рам КШПУ-11,7. Крок установки рам кріплення 0,8м. Перетин виробки у світлі після осідання в зоні ВОР  $10,0\text{м}^2$ . Покрівля затягнута дерев'яним затягуванням, боки до покрівлі пласта - дерев'яним затягуванням, вище - металевою сіткою.

Збірний штрек призначений для транспортування вугілля, матеріалів, обладнання, провітрювання виїмкової ділянки і пересування людей. На збірному штреку розташований скребковий конвеєр, на якому встановлена дробарка, для дроблення вугілля до товарного вигляду. З скребкового конвеєру вугілля попадає на стрічковий конвеєр, а звідти на магістральний штрек, який доставляє це вугілля до приймального бункера, звідти скіпами вугілля піднімається на гору. Виробка пройдена зустрічними забоями з східного відкатувального штреку і східного дренажного штреку з нижнім підриванням по пласту  $C_{10}$  комбайном КСП-33. Збірний штрек закріплений рамно-анкерним кріпленням з установкою рам КШПУ-15,0. Крок установки рам кріплення 0,8м (0,5м) Покрівля затягнута дерев'яним затягуванням, боки - металевою сіткою. Пічь проведена комплексом КН-78.

Провітрювання лави і прилеглих виробок - за рахунок загальношахтної депресії.

Після проходження лави збірний штрек і бортовий штрек завалюються.

В даній лаві працює комбайн 1К101 з лавним конвеєром СП-250.

Комбайн очисний вузькозахватний 1К101, з двома виконавчими органами у вигляді шнеків з горизонтальною віссю обертання і з винесеною системою подачі (ВСП), призначений для механізованого виїмки вугілля в довгих очисних вибоях пологих і похилих пластів потужністю 0,8-1,50м, відпрацьовуються по простяганню з кутами залягання пласта до  $35^\circ$  с, а також

по повстанню або падінню з кутами залягання пласта до  $10^{\circ}\text{C}$ , при опірності вугілля різанню до  $360\text{H} / \text{мм}$ . 1K101 забезпечує челнокову механізовану виїмку і вантаження вугілля на забійний конвеєр по всій довжині лави без підготовки ніш. Розташування і конструкція виконавчих органів комбайна забезпечують фронтальну зарубку комбайна з-під кріплення в будь-якому місці лави.

Руйнування вугільного масиву виконавчим органом відбувається по нашаруванню вугілля, що забезпечує більш низьку в порівнянні з шнековими комбайнами енергоємність руйнування, кращу сортність відбитого вугілля і сприяє стійкості покрівлі при слабких бічних породах.

Конструкція комбайна погано забезпечує його роботу на пластах з нестійкою покрівлею, через його великі габарити –  $7000\text{ мм}$ , такі великі габарити є наслідком внесеної системи подачі.

Виконавчі органи з ланцюговим приводом можуть опускатися за допомогою забійних гідравлічних лиж нижче опорної поверхні конвеєра. Передача обертання на виконавчі органи проводиться за допомогою ріжучих ланцюгів, які розташовуються в напрямних позах турелей. Корпуси турелей розташовані перпендикулярно поздовжньої осі комбайна над рамою конвеєра. В спеціальні гнізда турелей входять хвостовики барів виконавчих органів. З'єднання хвостовика бару з туреллю здійснюється за допомогою натяжної пристрою, який служить для натягу ріжучого ланцюга. Між барами розташовані механізовані подгребніе пристрої для навантаження вугілля на конвеєр і зачистки ґрунту.

Комбайн переміщається по ставу конвеєра за допомогою ВСП, приводи якої закріплені на приводних голівках конвеєра з завального боку і винесені разом з приводними голівками на кріплення сполучення. ВСП забезпечує як ручний режим управління, так і автоматичне регулювання швидкості і величини тягового зусилля подачі в залежності від навантаження електродвигуна комбайна. Управління ВСП здійснюється з пульта управління комбайна.

Комбайн 1K101 з винесеною системою пересування, для нашого часу сильно застарів. Зі своєю швидкістю пересування в 4.4 м/хв, і продуктивністю, в залежності від спротиву вугілля різанню, 1.0-1.8 т/хв, він не відповідає сучасним нормам видобутку вугілля.

Також комбайн важко ремонтувати, і обслуговувати. І якщо взяти до уваги сильну запиленість і агресивні підземні води, ця техніка дуже часто потребує ремонту.

Ця техніка є небезпечною, в силу своєї застарілості та зношеності деталей. Система пересування у вигляді ланцюга є дуже не надійною, при впливанні на неї шахтних вод, вона втрачає свою міцність, і були не однократні випадки її пориву, що при знаходженні людей у лаві, і поряд з комбайном є дуже не безпечно для здоров'я та життя.

Лавний скребковий конвеєр потрібен для доставки вугілля з вибою, до транспортного штреку. По рештаку конвеєра і переміщується сам комбайн, тобто положенням конвеєру ми регулюємо положення комбайну. Сам конвеєр переміщується за допомогою гідродомкратів, які установлені на механізованих кріпленнях, а потім, один за одним до конвеєру переміщуються і самі кріплення.

Конвеєр СП-250 відповідає необхідній продуктивності при роботі з комбайном 1K101, але як було зазначено вище, цей комбайн не відповідає вимогам продуктивності і безпеки на наш час.

Складова частина агрегатного механізованого кріплення у вигляді цілісного агрегата, який може виконувати функції, віднесені до механізованого кріплення загалом: підтримка порід покрівлі і управління станом вмісних порід, захист робочого простору від продуктів обвалення, пересування і утримання конвеєра.

Секція кріплення у загальному випадку складається з таких характерних структурних елементів:

- — основи, призначеної для установки на ній гідро стояків і інших елементів з метою створення цілісного агрегата у вигляді секції і для передачі зусиль опору опусканню покрівлі на породи ґрунту;
- — перекриття, що включає базову частину і при вибійні консолі; перекриття безпосередньо сприймає гірничий тиск від порід покрівлі, а також захищає робочий простір в своїй зоні від продуктів обвалення;
- — огорожі, що служать передусім для захисту робочого простору в своїй зоні від продуктів обвалення;
- — стояків гідравлічних із запобіжними клапанами, що створюють робочий опір опусканню порід покрівлі;
- — гідродомкрата пересування секції і вибійного конвеєра;
- — механізму підйому носка основи при пересуванні секції з метою зменшення величини впровадження основи в слабкі ґрунти;
- — блоку керування секцією.

Типи основ секцій механізованого кріплення:

1. Складна основа — включає вибійну і завальну частини з опорами під стояки, сполучені між собою шарнірними або ресорними зв'язками (кріплення 1М1ОЗМ);
2. Здвоєна основа типу «катамаран», що складається з двох подовжніх частин, з'єднаних між собою шарнірними зв'язками (кріплення нового покоління ДМ, ДМС);
3. Суцільна основа, що являє собою плиту з опорами під стояки, в якій можуть бути вікна відповідної конфігурації для розміщення гідродомкратів пересування (КД90, кріплення нового покоління КДД, ДТ, ДТР, ДТМ). З позицій основного критерію при порівнянні типів основ — середнього тиску на ґрунт пласта — перевагу віддають суцільним, а також здвоєним основам.

Типи при вибійних консолей секцій механізованого кріплення:

1. Ресорні (кріплення попереднього покоління МТ1,5, М87УМН, 1М88);
2. Підтискні, керовані від гідро стояків (кріплення ДМ, ДТ, ДТМ, а також різновиди кріплень КДД, КД90);

3. Підтискні, керовані від окремого гідроциліндра (різновиди кріплень КДД, КД90); 4. комбінованого типу (кріплення 1М103М). З точки зору питомого опору на кінці при вибійної консолі перекриття більш вигідні підтискні консолі, керовані від окремого гідроциліндра або їх аналоги — керовані від гідро стояків.

Типи механізмів переміщення в складі секцій механізованого кріплення. У конструкціях секцій механізованого кріплення застосовуються два типи механізмів переміщення, що забезпечують пересування секцій і вибійного конвеєра відповідно: 1. Поршневими і штоковими гідродомкратами (кріплення КД90, ДМ, КДД, ДМС, ДТ, ДТМ); 2. Штоковими і поршневими гідродомкратами (кріплення попереднього покоління 1М103М, 1М88, МТ1,5). Оскільки, як відомо, зусилля на пересування секцій сучасного кріплення повинне бути більшим, ніж на пересування відповідної ділянки конвеєра, то більш раціональним вважають перший тип механізму переміщення.

## 2. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

## 2.1. Вибір та обґрунтування вибору машин та обладнання

Вибір типу та типорозміру видобувального механізованого комплексу.

Тип та типорозмір видобувального механізованого комплексу обирають при зіставленні планів розвитку шахти в цілях раціональної вскриші шахтного поля та визначення технологічної схеми виїмки вугілля для намічених для відробки виймальних ділянок.

Джерелом інформації для вихідних даних по типам комплексів служать їх технічні характеристики. Основними параметрами комплексу при їх виборі його типу та типорозміру для конкретних гірничо-геологічних умов являються: показники нижньої  $m_{min}$  та верхньої  $m_{max}$  меж виймальної міцності пласту; діапазон застосування по куту падіння пласту ( $\alpha_{min}, \alpha_{max}$ ), спротиву вугілля та породних прошарків різанню, категорії порід кривлі по обваленню, стійкості (Б) та міцності порід ґрунту на вдавлювання, спротив секції кріплення на кінці передньої консолі перекриття; крок установки, крок, схема і спосіб передвижки секції кріплення, коефіцієнт затяжки кривлі, система розробки.

При зіставленні параметрів застосування комплексу по потужності і кутах падіння пласту і вихідних даних виїмкової ділянки лави виконуються необхідні вимоги:

$$m_{min} \leq m_1; \quad m_{max} \geq m_2; \quad \alpha_{min} \leq \alpha_1; \quad \alpha_{max} \geq \alpha_2;$$

$$0,8 \text{ м} \leq 0,88 \text{ м}; \quad 1,25 \text{ м} \geq 1,20 \text{ м}; \quad 0^\circ \leq 2^\circ; \quad 10^\circ \geq 5^\circ.$$

По спротиву вугілля різанню:  $\gamma_{max} \geq \gamma_3$ , де:

$\gamma_{max}$  - максимальний спротив різанню комбайна, кН/м;

$\gamma_3$  – максимальний спротив вугілля пл. С<sub>10</sub> різанню, кН/м.

$$350 \text{ кН/м} \geq 330 \text{ кН/м}.$$



Таблиця 2 - Таблиця порівняння комплексів 1МДТ і 1МДТР

Найменування параметрів	Гірничо-геологічні показники	Комплекси	
		1МДТ	1МДТР
Потужність пласту, м	1,2-1,3	0,95 ÷ 1,5	1,1 ÷ 1,55
Кут падіння пласту при руху по простиранню, град	14	≤35	≤35
Довжина лави, м	200	250	250
Категорія покрівлі	А <sub>4</sub> , Б <sub>3</sub>	А <sub>2</sub> , А <sub>3</sub> Б <sub>3</sub> – Б <sub>5</sub>	А <sub>1</sub> , А <sub>2</sub> Б <sub>3</sub> – Б <sub>5</sub>
Категорія ґрунту	П <sub>3</sub>	П <sub>2</sub> , П <sub>3</sub>	П <sub>2</sub> , П <sub>3</sub>
Крок передвигання секцій кріплення, м		0,63	0,63
Тиск на ґрунт, Мпа		2,0	2,0
Тип виймальної машини		Комбайн	Комбайн

До складу механізованого комплексу входить основне та допоміжне обладнання.

До складу основного обладнання входять: механізоване кріплення, очисний комбайн, забійний конвеєр.

В якості механізованого кріплення комплексу 1МДТ використовуються секції кріплення 1ДТ [3].

Кількість секцій механізованого кріплення визначається за формулою:

$$n = \frac{L_{\text{л}}}{l_y} \quad (2.1)$$

де  $L_{\text{л}}$  – довжина лави, м;  $L_{\text{л}} = 200$  м

$l_y$  – крок установки секцій, м;  $l_y = 1,5$  м.

$$n = \frac{200}{1.5} = 133,3 \quad (2.2)$$

Приймаємо до установки 133 секції.

Вибір типу комбайна здійснюється на підставі прийнятого комплексу за умов кута падіння пласта і виїмки комбайном максимальної потужності пласта.

Таблиця 3 - Порівняння технічних характеристик комбайнів.

Параметри порівняння	Технічні характеристики комбайнів			Технологічні параметри добувної лави
	МВ410Е	1К101УД	ГШ200Б	
Потужність пласту, м	0,9 – 1,8	0,95 – 1,3	0,95-1,5	1,1
Ширина захвату, м	0,63; 0,8	0,63; 0,8	0,63; 0,8	-
Кут падіння пласту по повстанню, град	≤ 35	≤ 35	≤ 35	2
Спротив вугілля різанню, кН/см	≤ 3,6	≤ 3,6	≤ 3,6	3,4
Тип и діаметр ВО, м	шнек 0,8; 0,9; 1,0	шнек 0,8; 0,9	шнек 0,8; 0,9; 1,0	-
Швидкість подачі, м/хв.	0 – 12,0	6,0	6,5	-
Тягове зусилля, кН	2×220	300	300	-
Енергоозброєність, кВт: комбайну виконавчого органу	411,5	330	260	-
	2×180	180	200	-
Висота на конвеєрі від ґрунту, мм	724	725	690	-
Система подачі	ЕРС; ЖТО	ВСПК	ЕРС; ЖТО	-
Маса, т	18,0	15,95	14,7	-

де ВСПК - винесена система подачі; ЖТО - жорсткий тяговий орган; ЕРС - електричний регулятор швидкості.

Для роботи в складі очисного комплексу приймається комбайн МВ410Е виробництва республіки Чехія, який, в порівнянні з розглянутими комбайнами, забезпечує:

- Роботу з жорстким тяговим органом - цевочною рейкою,
- Мінімальну встановлену потужність.

– Високе тягове зусилля

Комбайн МВ410Е працює з забійним конвеєром СЗК190 / 800.

Таблиця 4 - Технічна характеристика конвеєру СЗК190/800

Показники	Значення
Продуктивність, т/ч	600
Максимальна довжина конвеєру, м	300
Швидкість руху скребкового ланцюгу, м/с	0,37/1,1
Кут падіння по повстанню, град	10
Тяговий орган: розташування ланцюгів	центральне
Кількість ланцюгів	2
калібр ланцюгу	26×92
Маса 1 м, кг	27,4
Рештачний став:	
висота рештаку, мм	190
ширина рештаку, мм	800
- довжина рештаку, мм	1500
Потужність приводу, кВт	3×85/250

## 2.2. Вибір допоміжного обладнання механізованого комплексу

До складу допоміжного обладнання механізованого комплексу входять насосні станції, насосна установка, перевантажувач, механізовані кріплення сполучення, електричне обладнання.

Насосна станція забезпечує живлення механізованого кріплення робочою рідиною (водо-масляною емульсією) з номінальним тиском.

До установки приймається насосна станція СНТ200/32. Технічна характеристика насосної станції наведена в таблиці.

Таблиця 5 - Технічна характеристика насосної станції СНТ200/32

Показники	Значення
Кількість високонапірних блоків	2
Номінальна подача	2×100
Номінальний тиск, МПа	32
Тиск на вході в високонапірний насос, МПа	0,3
Номінальна потужність, кВт	2×55

Габаритні розміри, мм, не більше:	
-агрегат насосної	2700×1200×1100
- установка баку	3200×1200×1100
Маса, т (без робочої рідини)	5,6

Вибір насосної установки обумовлюється необхідністю здійснювати ефективне зрошення місць пилоутворення, а також охолодження редукторів і двигунів конвеєра і комбайна.

Відповідно нормативам з безпеки підземних гірничих машин тиск на зрошувачі очисних комбайнів має бути не менше 1,5 МПа.

До установки приймається типовий комплект обладнання системи зрошення ТКО-СО, в який входить: насосна установка 2УЦНС13 з насосом 2ЦНС13, штрековий самоочищається фільтр ФШ-1, установка електромагнітного вентиля, забійні водоводи для роботи в забоях, обладнаних кабелеукладачами, прохідні крани, комбайновий фільтр, форсунки

Технічна характеристика 2УЦНС13 приведена в таблиці 5. Харчування типового комплексу системи зрошення ТКО-СО водою здійснюється від пожежно-зрошувального трубопроводу з проміжною ємністю (вагонеткою).

Таблиця 6 - Технічна характеристика установки насосної УЦНС13

Найменування показників	Показники
Насосна установка: тип	2ЦНС13
Подача в межах робочої зони, л/хв	100 - 400
Тиск в робочій зоні, МПа	2,1-3,7
Номинальна потужність, кВт	37

Вибір перевантажувача здійснюється за умовою продуктивності забійного конвеєра. Приймається перевантажувач ПТК800. Технічна характеристика перевантажувача ПТК800 приведена в таблиці 7

Таблиця 7 - Технічна характеристика перевантажувача ПТК800

Показники	Значення
Продуктивність, т/год	800
Довжина, м	56
Швидкість руху скребкового ланцюгу, м/с	1,12

Тяговий орган	ланцюги в направляючих
Кількість ланцюгів	2
Калібр ланцюгу	18×64
Рештачний стал: висота рештаку, мм ширина рештаку, мм - довжина рештаку, мм	200 642 1500
Електродвигун, кВт	2 × 55

Для забезпечення ефективного кріплення сполучень лави з конвеєрним і вентиляційним штреками, розташування приводних головок забійного конвеєра, зменшення часу на пересувку кріплення і приводів конвеєра приймаю механізоване кріплення сполучення УКС. Технічна характеристика кріплення сполучення УКС приведена в таблиці 7.

Таблиця 8 - Технічна характеристика кріплення сполучення УКС.

Показники	Значення
Робочій тиск в гідромережі, МПа	32
Робочій спротив, кН: кріплення Гідравлічної стійки	3200 800
Крок передвигання, м: короткої секції Первої секції	0,8 3,2
Діапазон регулювання підйому столу, мм	580—1520
Зусилля передвигання секцій, кН	170
Габарити кріплення, мм: довжина× ширина× висота	7300×1200×1560-3510
Маса кріплення, т	12

### 2.3.Визначення оптимального режиму роботи комбайна

Максимальна допустима швидкість подачі комбайна для заданих гірничо-геологічних умов визначається за формулою:

$$V_n = \frac{P_{уст}}{60 \cdot H_{\omega} \cdot m_{cp} \cdot B \cdot \rho}, м / хв \quad (0.1)$$

де  $P_{уст}$  - сумарна стійка потужність електродвигуна виконавчого органу комбайна, кВт. Для електродвигунів комбайна з водяним охолодженням визначається:

$$P_{уст.} = P_{ном} = 2 \cdot 180 = 360, кВт \quad (2.3)$$

$m_{cp}$  – середня потужність пласту, м;

$$m_{cp} = \frac{m_{min} + m_{max}}{2}, м \quad (2.4)$$

$m_{min}$ ,  $m_{max}$  – мінімальна и максимальна потужність пласта, м;

$$m_{cp} = \frac{1,2 + 1,3}{2} = 1,25, м \quad (2.5)$$

$B$  – ширина захвата комбайна, м;  $B = 0,63$  м;

$\rho$  – середня густина гірничої маси, т/м<sup>3</sup>

$$\rho = \frac{\rho_{вуг} \cdot m_{вуг} + \rho_{пор} \cdot m_{пор}}{m_{cp}}, т / м^3 \quad (2.6)$$

де  $\rho_{вуг}$  – густина вугілля, т/м<sup>3</sup>;  $\rho = 1,4$  т/м<sup>3</sup>;

$\rho_{пор}$  – густина породного пропластку, т/м<sup>3</sup>;  $\rho_{пор} = 2,0$  т/м<sup>3</sup>;

$m_{уг}$  – середня потужність вугільного пласту, м;

$$A_{p.cp.} = \frac{2,1 \cdot 1,05 + 3,6 \cdot 0,2}{1,25} = 2,34 \frac{кН}{см}, \quad (2.7)$$

$m_{пор}$  – потужність породного пропластку, м;  $m_{пор} = 0,2$  м

$$m_{\text{вуг}} = 1,25 - 0,2 = 1,05 \text{ м}, \quad (2.8)$$

$$\rho = \frac{1,4 \cdot 1,05 + 2,0 \cdot 0,2}{1,25} = 1,5 \text{ м} / \text{м}^3, \quad (2.9)$$

де  $H_{\omega}$ - питомі енергозатрати по виємці гірничої маси., кВт·ч/т.

$$A_p = A_{p.c.p.} \cdot \left( \frac{0,125}{m_{cp}} + 0,19 \right), \text{кН} / \text{см} \quad (2.10)$$

де  $A_{p.c.p.}$  - середній спротив вугілля різанню., кН/см;

$$A_{p.c.p.} = \frac{A_{\text{з.вуг}} \cdot m_{\text{вуг}} + A_{p.\text{пор}} \cdot m_{\text{пор}}}{m_{cp}}, \text{кН} / \text{см} \quad (2.11)$$

де  $A_{p.\text{уг}}$  ,  $A_{p.\text{пор}}$  - відповідно, спротив вугілля різанню і породного пропластку, кН/см;

$$A_{p.c.p.} = \frac{2,1 \cdot 1,05 + 3,6 \cdot 0,2}{1,25} = 2,34 \frac{\text{кН}}{\text{см}}, \quad (2.12)$$

$$H_{\omega} = 2,34 \cdot \left( \frac{0,125}{1,25} + 0,19 \right) = 0,68 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{т}, \quad (2.13)$$

$$V_n = \frac{360}{60 \cdot 0,68 \cdot 1,25 \cdot 0,63 \cdot 1,5} = 7,5 \text{ м} / \text{хв}, \quad (2.14)$$

Визначення швидкості подачі комбайна в залежності від швидкості кріплення лави

Швидкість переміщення комбайну не повинна перевищувати швидкість кріплення лави, тобто повинно виконувати нерівність:

$$V_n \leq V_{кр.}; \quad (2.15)$$

де  $V_{кр.}$  – швидкість кріплення, м/хв;

$$V_{кр.} = V_{кр.}^1 / S_{кр} \quad (2.16)$$

де  $V_{кр.}^1$  – швидкість площі кріплення, м<sup>2</sup>/мин;  $V_{кр.}^1 = 4$  м<sup>2</sup>/хв;

$S_{кр}$  – площа кріплення, м<sup>2</sup>;

$$S_{кр} = B \cdot \ell_B$$

де:  $\ell_B$  – крок установки секцій, м;  $\ell_B = 1,5$  м;

$$S_{кр} = 0,63 \cdot 1,5 = 0,945 \text{ м}^2 \quad (2.17)$$

$$V_{кр.} = 4 / 0,945 = 4,2 \text{ м / хв} \quad (2.18)$$

При послідовній схемі переміщення секцій швидкість кріплення визначається за формулою :

Умова  $V_{п}=7,5 \text{ м/хв.} < V_{кр.} = 4,2 \text{ м/хв.}$  не виконується.

Швидкість кріплення стримує швидкості подачі машини. Приймається швидкість подачі комбайна

$$V_{п} = V_{кр.} = 4,2 \text{ м/хв.}$$

Розрахунок вантажопотоку із очисного вибою.

Середній вантажопотік за час надходження вугілля з очисного вибою визначається з урахуванням напрямку руху тягового органу конвеєра і виїмкових машин за формулами :

- при прямому ході виїмальної машини (на зустріч руху робочого органу конвеєра):



$$a_n^1 = V_n \cdot m_{cp} \cdot B \cdot \rho \cdot d_1 \cdot y_n, \text{ м / хв} \quad (2.19)$$

- при зворотньому ході виймальної машини(по напрямку руху робочого органу конвеєра):

$$a_n^{11} = V_n \cdot m \cdot B \cdot \rho \cdot d_z \cdot (1 - y_n), \text{ м / хв} \quad (2.20)$$

де  $V_n^1$  – швидкість подачі виймальної машини при зворотньому ході з зачисткою), м/хв;

$$V_n^1 = 0,85 \cdot V_m = 0,85 \cdot 12 = 10,2 \text{ м / хв} , \quad (2.21)$$

$\delta_1, \delta_r$  – розрахункові коефіцієнти, що визначаються за формулами:

$$\delta_1 = \frac{V_k}{V_k + V_n} \quad (2.22)$$

$$\delta_r = \frac{V_k}{V_k - V_n^1}, \quad (2.23)$$

де  $V_k$  – швидкість руху робочого органу прийнятого конвеєру, м/хв;

$$V_k = 1,1 \cdot 60 = 66 \text{ м/хв};$$

$$\delta_1 = \frac{66}{66 + 4,2} = 0,94$$

$$\delta_r = \frac{66}{66 - 10,2} = 1,18,$$

$\psi_r$ , – коефіцієнт погрузки, що залежить від схеми роботи виймальної машини;  
про односторонній схемі роботи з зачисткою  $\psi_n = 0,6$ ;

$$a_{\Pi}^I = 4,2 \cdot 1,25 \cdot 0,63 \cdot 1,5 \cdot 0,94 \cdot 0,6 = 2,8 \text{ т / хв}, \quad (2.24)$$

$$a_{\Pi}^{II} = 10,2 \cdot 1,25 \cdot 0,63 \cdot 1,5 \cdot 1,18 \cdot (1 - 0,6) = 5,7 \text{ т / хв}, \quad (2.25)$$

#### 2.4.Перевірка забійного конвеєру по продуктивності.

Перевірка прийнятого конвеєра по продуктивності здійснюється за умовою:

$$a_z = 60 \cdot a_{\Pi \max} < a_{\text{конв}}, \text{ т / год}; \quad (2.26)$$

де  $a_z$  – вантажопотік з забою, т/год;

$a_{\Pi \max}$  – більше з певних значень хвилинного вантажопотоку.

Приймається  $a_{\Pi}^{II} = 5,7 \text{ т/хв}$

$a_{\text{конв}}$  – годинна продуктивність конвеєра СЗК190/800, т/год;  $a_{\text{конв}} = 600 \text{ т/год}$

$$a_z = 60 \cdot 5,7 = 341,2 \text{ т / год} > a_{\text{конв}} = 600 \text{ т / год}, \quad (2.27)$$

Прийнятий конвеєр задовольняється за умовою продуктивності.

Перевірка забійного конвеєра по потужності і кількості електродвигунів

Визначення потужності і кількості електродвигунів забійного конвеєра проводиться відповідно тяговому розрахунку обраного конвеєра. Тяговий розрахунок виконується з використанням розрахункової схеми конвеєра.

Визначається маса вугілля на 1 м довжини конвеєра:

$$q_g = Q_{\text{конв.р.}} \cdot 3,6 \cdot v, \text{ кг / м} \quad (2.28)$$

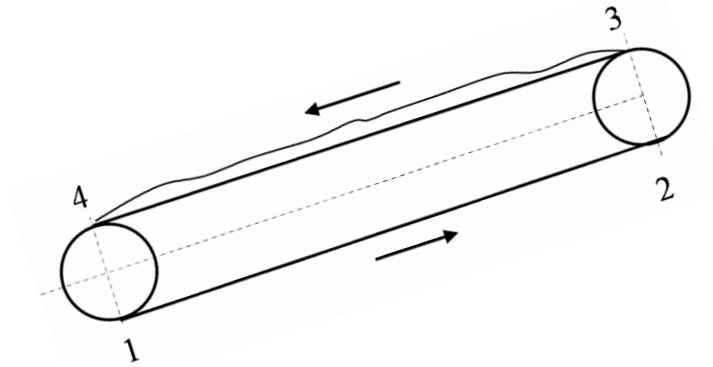
де  $Q_{\text{конв.р}}$  – розрахункова продуктивність прийнятого конвеєру, т/год;

$Q_{\text{конв.р}} = a_z = 341,2 \text{ т/год}$

$v$  – швидкість руху скребкового ланцюгу, м/с;  $v = 1,1 \text{ м/с}$

$$q_{\epsilon} = 341,2 / 3,6 \cdot 1,1 = 86,2 \text{ кг} / \text{м}, \quad (2.29)$$

Рисунок 1



Розрахункова схема конвеєру

Визначається сила тяги  $F_{\Pi}$  для переміщення холостої гілки на ділянці 1-2 за формулою:

$$F_{1-2} = F_x = q_0 \cdot L \cdot (f \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha) \cdot g, H, \quad (2.30)$$

де  $q_0$  – маса тягового ланцюга 1 м довжини конвеєру, кг/м;  $q_0 = 27,4$  кг/м;

$L$  – довжина транспортування, м;  $L = L_{\Pi} = 200$  м;

$f$  – коефіцієнти тертя ковзання тягового ланцюгу та скребків по рештаку ;

$f = 0,75$

$\alpha$  – кут нахилу пласту , град;  $\alpha = 14^\circ$ ;

$g$  – швидкість вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>;

$$F_{1-2} = F_x = 27,4 \cdot 200 (0,75 \cdot \cos 14^\circ + \sin 14^\circ) \cdot 9,81 = 52126,9(H),$$

Визначається сила тяги  $F_{\text{в}}$  для переміщення холостої гілки з вантажем на ділянці 3-4 по формулі:

$$F_{3-4} = F_{\epsilon} = L \cdot [(q_0 f + q_{\epsilon} w) \cdot \cos \alpha \pm (q_0 + q_{\epsilon}) \cdot \sin \alpha] \cdot g H, \quad (2.31)$$

$\omega$  - коефіцієнт тертя ковзання матеріалу, який транспортується, по рештаку  $\omega = 0,3$ ;

$$F_{3-4} = F_{\epsilon} = 200 \cdot [(27,4 \cdot 0,75 + 86,2 \cdot 0,3) \cdot \cos 14^{\circ} - (27,4 + 86,2) \cdot \sin 14^{\circ}] \cdot 9,81 = 34435,9 H,$$

Визначається загальна сила тяги на переміщення вантажу і скребкового ланцюга:

$$F_0 = \kappa_o \cdot (F_x + F_{\epsilon}) H, \quad (2.32)$$

де  $\kappa_o$  - коефіцієнт, який враховує силу тяги на поворотних ділянках 2-3 і 4-1, а також затрати потужності від вигибу конвеєру при роботі с комбайном. Приймається  $\kappa_o = 1,2$

$$F_0 = 1,2 \cdot (52126,9 + 34435,9) = 103875,4 H, \quad (2.33)$$

Визначається потужність двигуна в тяговому режимі:

$$N = F_0 \cdot v / 1000 \cdot h, \text{ кВт}, \quad (2.34)$$

де  $\eta$  - к.к.д. приводу конвеєру. Приймається  $\eta = 0,85$ .

$$N = 103875,4 \cdot 1,1 / 1000 \cdot 0,85 = 134,4 \text{ кВт}, \quad (2.35)$$

Перевірка прийнятого конвеєра по продуктивності здійснюється за умовою:

$$N < \sum P_{\text{дв}},$$

де  $\sum P_{\text{дв}}$  – сумарна встановлена потужність двигунів прийнятого конвеєра;

$$N = 134,4 \text{ кВт} < P_{\text{дв}} = 500 \text{ кВт}, \quad (2.36)$$

Приймаємо комплектацію конвеєру СЗК190/800 с двома приводними двигунами по 250 кВт.

## 2.5. Енергопостачання, основні відомості

Для споживання електроприймачів ділянки приймаємо:

- напруга 1140 В – для споживання електроприймачів лави та збірного штреку (РП ПТК);
- напруга 660 В – для споживання електроприймачів збірного та бортового штреків (РП 2ЛТ – 1000Д);
- напруга 127 В – для споживання ручних інструментів та освітлювальних ліній.

## 2.6. Розрахунок електропостачання лави

Розрахунок електропостачання ділянки проводимо відповідно до методики ПКБ ОАО «Павлоградвугілля», що була затверджена його директором.

Технічні характеристики споживачів зводимо до таблиці (по групам електрокористувачів - ПУПП №1, №2, №3)

Таблиця 9 - Розрахунок електропостачання лави.

Найменування споживачів	Тип ел. двиг.	Кіль - Сть,	Потужність. КВт		I <sub>н</sub> , А	I <sub>п</sub> , А	Cos Y	К П Д, %
			од.	Заг.				
КТПВ-630/6/1,2№1								
QSWCA2-2/11								
Комб.МВ410Е	SG7W415 L-4	1	2×180	180	117	830	0.86	93
	ІРК6 186-4	1	2×22	22	30	400	0.84	94
	7,5 kW	1	7,5	7,5	5,3	100	0,84	89
ВСПК (н.пр.)	ЗЭДКОФ250L 4	1	75	75	48	440	0.85	93
ВСПК (в.пр.)	ЗЭДКОФ250L 4	1	75	75	48	440	0.85	93
Нас.уст.РАD3-60	2SP280L4	1	100	100	63	472	0.86	92

SIGMA								
	4KTCR112M4	1	4	4	3.2	20	0.84	87
Лебідка 1ЛГКН	ВРП160S4	1	15	15	10	70	0,84	90
$\sum P = 605,5 \text{ кВт}$								
$\sum I_{\text{н.}} = 324,5 \text{ А}$								
КТПВ-630/6/1,2№2								
QSWCA2-2/11								
Конв. СЗК 1190/800(низ)	2SGPS355M-12/4	1	2×250	265	81/125	560/875	0.47/0,86	95
Конв.СЗК 190/800(верх)	2SGPS355M-12/4	1	2×250	265	81/125	560/875	0.47/0,86	95
Лебідка 3ЛП	ВРП160S4	1	15	15	10	70	0,84	90
ППШ-1 (АУ, зв'язок)	-	1	6	6	10	-	0,92	-
$\sum P = 1021 \text{ кВт}, \quad \sum I_{\text{н.}} = 270 \text{ А}$								
ПВКТ-400/6/1,2№3								
СУВ-350М №1								
Нас.уст.СНТ-200№1	2ЭДКОФ250 М4	1	55	55	35	263	0,86	92
Нас.уст.СНТ-200№2	2ЭДКОФ250 М4	1	55	55	35	263	0,86	92
Конв.ПТК-800	2SGP315S4	1	160	160	101	808	0,85	95
Дробарка	2ЭДКОФ250 М4	1	55	55	35	263	0.86	92
АШТ-П-6 (освітлення)	-	1	6	6	10	-	0,92	-
$\sum P = 331 \text{ кВт} \quad \sum I_{\text{н.}} = 216 \text{ А}$								

1.Потужність трансформатору.

$$P_{\text{тр.р.}} = \frac{P_{\text{ус.}} \cdot K_{\text{с.}}}{\cos Y_{\text{ср.ВЗВ}}}, \quad (2.37)$$

де:  $K_{\text{с}} = 0,63$  – для ПУПП №1;2;3

$$\cos \varphi_{\text{ср.взв.1гр.}} = \frac{P_1 \cos \varphi + \dots + P_1 \cos \varphi}{\sum P_{\text{уст.2гр.}}} = \frac{360 \cdot 0,86 + 150 \cdot 0,85 + 100 \cdot 0,86 + 7,5 \cdot 0,8}{677} = 0,88$$

$$\cos \varphi_{\text{ср.взв.2гр.}} = \frac{P_1 \cos \varphi + \dots + P_1 \cos \varphi}{\sum P_{\text{уст.2гр.}}} = \frac{500 \cdot 0,86 + 130 \cdot 0,47 + 6 \cdot 0,92 + 15 \cdot 0,84}{551} = 0,8$$

$$\cos \varphi_{\text{ср.взв.3гр.}} = \frac{P_1 \cos \varphi + \dots + P_n \cos \varphi}{\sum P_{\text{уст.3гр.}}} = \frac{160 \cdot 0,85 + 6 \cdot 0,92 + 165 \cdot 0,86}{331} = 0,86$$

2. Вибір трансформатору.

$$P_{\text{тр.}} \geq P_{\text{тр.р.}} \quad (2.38)$$

Приймаємо 3 передвижні установки типу КТПВ-630/6/1,2

$$P_{\text{н.}} = 630 \text{ кВА} \quad I_{\text{в.н.}} = 61 \text{ А} \quad P_{\text{к.з.}} = 4,7 \text{ кВт}$$

$$U_{\text{н.н.}} = 1200 \text{ В}, \quad U_{\text{в.н.}} = 6000 \text{ В}, \quad U_{\text{к.з.}} = 3,5\%,$$

$$P_{\text{тр.р.1гр.}} = \frac{677 \cdot 0,63}{0,85} = 502 \text{ кВт},$$

- для ПУПП №1

$$P_{\text{тр.р.2гр.}} = \frac{551 \cdot 0,63}{0,77} = 451 \text{ кВт},$$

- для ПУПП №2

$$P_{\text{тр.р.3гр.}} = \frac{331 \cdot 0,63}{0,86} = 243 \text{ кВт},$$

- для ПУПП №3

3. По значенню довгих допустимих струмів обираємо силові кабелі споживачів лави.

При цьому, для споживання електродвигунів приймаються кабелі струмоведучих жил не менше 35 мм<sup>2</sup>. Результати вибору зводимо в таблицю.

Струм високовольтного кабелю:  $U_{\text{вис.ном}} = 6_{\text{кв}}$  ;

$$I_B = \frac{S_M}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{вис.ном}}} \quad (2.39)$$

$$I_B = \frac{282.0}{\sqrt{3} \cdot 6} = 27,1 A$$

Струм магістрального кабелю:

$$I_{KM} = \frac{S_M}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} \quad (2.40)$$

$$I_{KM} = \frac{282.0}{\sqrt{3} \cdot 1,14} = 152 A,$$

Струми кабелів електроприймачів:

$$I_{КОМБ} = \frac{P_{\text{ном.комб}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi_{\text{комб}} \cdot \eta_{\text{комб}}} \quad (2.41)$$

$$I_{КОМБ} = \frac{360}{\sqrt{3} \cdot 1,14 \cdot 0,86 \cdot 0,93} = 211, A,$$

$$I_{\text{КОНВ.Л}} = \frac{P_{\text{ном.конв.л}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi_{\text{конв.л}} \cdot \eta_{\text{конв.л}}} \quad (2.42)$$

$$I_{\text{КОНВ.Л}} = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 1,14 \cdot 0,86 \cdot 0,8} = 132, A,$$

$$I_{\text{НАСОС.УСТ}} = \frac{P_{\text{насос.уст}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi_{\text{насос.уст}} \cdot \eta_{\text{насос.уст}}} \quad (2.43)$$

$$I_{\text{НАСОС.УСТ}} = \frac{55}{\sqrt{3} \cdot 0,66 \cdot 0,86 \cdot 0,8} = 70, A$$

Приймаєм перетин кабелю таким, щоб допустимий струм дорівнював або перевищував розрахунковий:

Для магістралі приймаємо кабель: КГЭШ 3х70+1х10+6х2,5 мм<sup>2</sup>;

$$152 < 250 A$$

Для комбайна приймаємо кабель: КГЭШ 3х70+1х10+6х2,5 мм<sup>2</sup>;

$$211 < 250 A$$



Для конвеєра лави приймаємо: КГЭШ 3х35+1х10+6х2,5 мм<sup>2</sup>;

$$132 < 136 \text{ А}$$

Для насосної установки приймаємо кабель: КГЭШ 3х35+1х10+6х2,5 мм<sup>2</sup>

$$70 < 136 \text{ А}$$

При цьому виходячи з умови механічної міцності, для живлення електричних двигунів комбайна та конвеєра приймаються кабелі перетином струмоведучих жил не менше 35 мм<sup>2</sup>. Результати вибору наводимо в таблицю.

4. Визначаємо втрати напруги в трансформаторі при номінальному режимі роботи.

$$\Delta U_{P.} = \beta \cdot (U_a \cdot \cos \varphi_{\text{ср.взв.}} + U_p \cdot \sin \varphi_{\text{ср.взв.}}), \quad (2.44)$$

Коефіцієнт завантаження трансформаторів

$$\beta_1 = \frac{P_{\text{тр.р.}}}{P_{\text{тр.н}}} = \frac{450}{630} = 0,8;$$

$$\beta_2 = \frac{P_{\text{тр.р.}}}{P_{\text{тр.н.}}} = \frac{451}{630} = 0,72 ;$$

$$\beta_3 = \frac{P_{\text{тр.р.}}}{P_{\text{тр.н.}}} = \frac{243}{630} = 0,39$$

Активна складова струму к.з. %

$$U_{a.} = \frac{P_{\text{к.з.}}}{P_{\text{тр.н.}}} \cdot 100\% = \frac{4,7}{630} \cdot 100\% = 0,75\%, \quad (2.45)$$

Реактивна складова к.з., %:

$$U_a = \sqrt{U_{\text{к.з.}}^2 - U_a^2} = \sqrt{3,5^2 - 0,75^2} = 3,42\%, \quad (2.46)$$

$$\Delta U_{\text{т.р.1гр.р.}} = 0,8 \cdot (0,75 \cdot 0,85 + 3,42 \cdot 0,53) \cdot \frac{1200}{100} = 23,5\text{В},$$

$$\Delta U_{\text{тр.2гр}} = 0,72 \cdot (0,75 \cdot 0,77 + 3,42 \cdot 0,63) \cdot \frac{1200}{100} = 23,6\text{В},$$

$$\Delta U_{\text{тр.3гр.}} = 0,39 \cdot (0,75 \cdot 0,86 + 3,42 \cdot 0,51) \cdot \frac{1200}{100} = 11,2\text{В},$$

5. Визначаємо втрати напруги самого подальшого і самого потужного споживача.

- для ПУПП №1 - комбайн МВ410Е:

$$\Delta U_{\text{з.к.}} = \frac{P_{\text{н.}} \cdot L_{\text{к.}} \cdot 1000}{\rho \cdot S_{\text{к.}} \cdot U_{\text{н.}} \cdot \eta} = \frac{360 \cdot 280 \cdot 1000}{53 \cdot 70 \cdot 1140 \cdot 0.95} = 27,5\text{В}, \quad (2.47)$$

- для ПУПП №2 - привід СЗК 190/800 (верх):

$$\Delta U_{\text{з.к.}} = \frac{P_{\text{н.}} \cdot L_{\text{к.}} \cdot 1000}{\rho \cdot S_{\text{к.}} \cdot U_{\text{н.}} \cdot \eta} = \frac{250 \cdot 280 \cdot 1000}{53 \cdot 70 \cdot 660 \cdot 0.95} = 30,1\text{В}, \quad (2.48)$$

- для ПУПП №3 - привід ПТК:

$$\Delta U_{\text{з.к.}} = \frac{P_{\text{н.}} \cdot L_{\text{к.}} \cdot 1000}{\rho \cdot S_{\text{к.}} \cdot U_{\text{н.}} \cdot \eta} = \frac{160 \cdot 50 \cdot 1000}{53 \cdot 50 \cdot 1140 \cdot 0.95} = 2,8\text{В} \quad (2.49)$$

Сумарна втрата напруги

- для ПУПП №1  $\sum \Delta U = \Delta U_{\text{тр.}} + \Delta U_{\text{з.к.}} = 23,5 + 27,5 = 51\text{В}$ , що задовольняє

умову  $\sum \Delta U = 51\text{В} \leq U_{\text{доп.}} = 110\text{В}$ ,

- для ПУПП №2  $\sum \Delta U = \Delta U_{\text{тр.}} + \Delta U_{\text{з.к.}} = 23,6 + 30,1 = 53,7\text{В}$ ,

задовольняє умову  $\sum \Delta U = 53,7\text{В} \leq U_{\text{доп.}} = 110\text{В}$

- для ПУПП №3  $\sum \Delta U = \Delta U_{\text{тр.}} + \Delta U_{\text{з.к.}} = 11,2 + 2,8 = 14\text{В}$ , задовольняє

умову  $\sum \Delta U = 14\text{В} \leq U_{\text{доп.}} = 110\text{В}$

6. Визначаємо необхідний перетин фідерного кабелю.

а) по втраті напруги

$$S_{\text{к.ф.1 гр.}} = \frac{P_{\text{к.ф.}} \cdot L_{\text{к.ф.}} \cdot 1000}{P \cdot U_{\text{к.ф.}} \cdot U_{\text{н.}} \cdot \eta} = \frac{676 \cdot 20 \cdot 1000}{53 \cdot 49 \cdot 1140 \cdot 0,95} = 5 \text{ мм}^2, \quad (2.50)$$

$$U_{\text{к.ф.}} = 110 - (U_{\text{к.ф.}} + U_{\text{м.р.}}) = 110 - 51 = 59 \text{ В}, \quad (2.51)$$

$$I_{\text{к.ф.}} = \frac{K_c \cdot P_{\text{уст.}} \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н.}} \cdot \cos \varphi_{\text{ср.взв.}}} = \frac{0,63 \cdot 605,5 \cdot 1000}{1,73 \cdot 1140 \cdot 0,85} = 227 \text{ А}, \quad (2.52)$$

Виходячи з даних методички, такий струм можна пропустити через кабель КГЭШ 3 х 95  $\sum I_{\text{дл.доп.}} = 300 \text{ А}$ . Приймаємо до установки кабель довжиною 20м.

$$S_{\text{к.ф.2гр}} = \frac{P_{\text{к.ф.}} \cdot L_{\text{к.ф.}} \cdot 1000}{P \cdot U_{\text{к.ф.}} \cdot U_{\text{н.}} \cdot \eta} = \frac{551 \cdot 20 \cdot 1000}{53 \cdot 60,1 \cdot 1140 \cdot 0,95} = 3,2 \text{ мм}^2 \quad (2.53)$$

$$U_{\text{к.ф.}} = 110 - (U_{\text{з.к.}} + U_{\text{м.р.}}) = 110 - 53,7 = 56,3 \text{ В}, \quad (2.54)$$

$$I_{\text{к.ф.}} = \frac{K_c \cdot P_{\text{уст.}} \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н.}} \cdot \cos \varphi_{\text{ср.взв.}}} = \frac{0,63 \cdot 1021 \cdot 1000}{1,73 \cdot 1140 \cdot 0,77} = 295 \text{ А}, \quad (2.55)$$

Виходячи з даних методички такий струм може пропустити кабель КГЭШ 3 х 95  $\sum I_{\text{дл.доп.}} = 300 \text{ А}$ . Приймаємо до установки кабель довжиною 20м.

$$S_{\text{к.ф.3гр}} = \frac{P_{\text{к.ф.}} \cdot L_{\text{к.ф.}} \cdot 1000}{P \cdot U_{\text{к.ф.}} \cdot U_{\text{н.}} \cdot \eta} = \frac{331 \cdot 20 \cdot 1000}{53 \cdot 96 \cdot 1140 \cdot 0,95} = 1,2 \text{ мм}^2, \quad (2.56)$$

$$U_{\text{к.ф.}} = 110 - (U_{\text{з.к.}} + U_{\text{м.р.}}) = 110 - 14 = 96 \text{ В}, \quad (2.57)$$

$$I_{\text{к.ф.}} = \frac{K_c \cdot P_{\text{уст.}} \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н.}} \cdot \cos \varphi_{\text{ср.взв.}}} = \frac{0,63 \cdot 331 \cdot 1000}{1,73 \cdot 1140 \cdot 0,86} = 123 \text{ А}, \quad (2.58)$$

Виходячи з даних методички такий струм може пропустити кабель КГЭШ 3 х 50  $\sum I_{\text{дл.доп.}}=200\text{А}$ . Приймаємо до установки цей кабель довжиною 20м.

#### 7. Вибір пускових апаратів

а) Фідерних автоматів

$I_{\text{н.ф.}} \geq I_0$ ,  $U_{\text{н.ф.}} = U_c$ , і перевіряємо чи задовольняє вимоги:

$$I_0 \geq 1.92 \cdot I_{\text{кз}}^2$$

б) пускателі

$I_{\text{н.п}} \geq I_{\text{н.д.}}$ ,  $U_{\text{н.п.}} = U_{\text{н.д.}}$ ,  $P_{\text{п}} \geq P_{\text{н.д.}}$  та перевіряємо чи відповідає комутаційній та розривній можливості пускателя величині пускового струму що захищає двигун.

#### 8. Вибір уставок МТЗ:

а) для захисту віток, що споживають один чи декілька двигунів с к.з ротором.

$$I_y \geq I_{\text{н.пуск}}$$

б) для захисту магістралі

$$I_y \geq I_{\text{розрах}} = (I_{\text{н.пуск.}} + \sum I_{\text{н.р.}})$$

Обрані уставки перевіряємо по розрахунковому мінімальному току двухфазного к.з.

#### 9. Вибір плавких вставок :

$$I_{\theta} \geq \frac{I_{\text{н.п.}}}{1.6 - 2.5} \quad (2.59)$$

$$\frac{I_{\text{к.з.}}^2}{I_{\theta}} \geq 4 - 7 \quad (2.60)$$

10. Вибір високовольтної комірки для підключення КТПВ приводимо по величині номінального току КТПВ-630/6 та забезпеченню його захисту уставкою МТЗ, величину якої визначимо з формули:

$$I_{y.p.} = \frac{1,2 - 1,4 \cdot (I_{n.n.} + \sum I_{n.p.})}{K_{m.p.}} = \frac{1,3 \cdot (1702 + 178 + 432 + 216)}{5,3} = 620 \text{ A},$$

Приймаємо  $I_y = 700$  (КРУВ-6  $I_n = 200 \text{ A}$ )

Перевіряємо уставку.

Для трансформаторів з однаковою схемою з'єднання обмоток.

$$\frac{I_{к.з.}^2}{K_{m.p.} \times I_{y.}} \geq 1,5 \quad (2.61)$$

## 11. Розрахунок кабельної високовольтної комірки до КТПВ-630/6.

а) По тривало-допустимому току номінального режиму роботи трансформатора КТПВ-630/6 приймаємо розріз  $35 \text{ мм}^2$   $I_{дл.доп.} = 110 \text{ A}$

б) перевіримо по нагріванню струму к.з.

$$S = \frac{I_{\infty} \sqrt{t_{\phi}}}{C}; \quad (2.62)$$

$$X = X_c + X_{mp.} + X_p + X_l = 1,55 + 2 \cdot 0,087 = 1,72 \text{ Ом} \quad (2.63)$$

$$R = R_l = 1,69 + 2 \cdot 0,52 = 2,73 \text{ Ом} \quad (2.64)$$

$$I_{\infty} = \frac{6300}{1,73 \cdot \sqrt{2,73^2 + 1,72^2}} = 1243 \text{ A} \quad (2.65)$$

$$I_{к.з.} = I_{\infty} \cdot 0,87 = 1082 \text{ A} \quad (2.66)$$

$$S = \frac{1243 \cdot \sqrt{0,25}}{145} = 4,2 \text{ мм}^2 - \text{обраний кабель витримує нагрів током к.з.}$$

## 12. Перевірка кабельної мережі при пуску, перевантаженні і гальмуванні.

Перевірка кабельної мережі при пуску, перевантаженні і гальмуванні виконується для найбільш потужного і найбільш віддаленого двигуна, тобто двигуна, що має найбільший момент навантаження, у цьому випадку – двигун комбайна.

Визначимо опір трансформатора:

$$r_m = \frac{P_{кз} + U_0^2}{S_{ном}^2 \cdot 1000} = \frac{360 + 1140^2}{360^2 \cdot 1000} = 0.01, Ом, \quad (2.67)$$

$$z_m = \frac{U_{кз} + U_0^2}{100 \cdot S_{ном} \cdot 1000} = \frac{650 + 660^2}{100 \cdot 70 \cdot 1000} = 0.051, Ом \quad (2.68)$$

$$m = \sqrt{z_m^2 - r_m^2} = \sqrt{0.051^2 - 0.01^2} = 0.048, Ом, \quad (2.69)$$

Опір до комбайна:

$$\Sigma r = r_m + r_{км} + r_{км} = 0.01 + 0.04 + 0.04 = 0.09, Ом, \quad (2.70)$$

$$\Sigma x = x_m + x_{км} + x_{км} = 0.02 + 0.03 + 0.03 = 0.08 \quad (2.71)$$

$$\sin \varphi_{пуск} = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_{пуск}} = \sqrt{1 - 0.86^2} = 0.51 \quad (2.72)$$

Параметри пускового режиму:

$$\gamma_{пуск} = \sqrt{3} \cdot I_{пуск.ком} \cdot \frac{\Sigma x \cdot \sin \varphi_{пуск} + \Sigma r \cdot \cos \varphi_{пуск}}{1000 \cdot U_{ном}} = \sqrt{3} \cdot 830 \cdot \frac{0.08 \cdot 0.51 + 0.09 \cdot 0.86}{1000 \cdot 1140} = 0.014, Ом,$$

Напруга на затискачах двигуна при:

- пуску:

$$U_{пуск} = \frac{U_0 - \Delta U_{нр}}{1 + \varphi_{пуск}} = \frac{1140 - 250}{1 + 0.014} = 877, В, \quad (2.73)$$

$$\frac{U_{пуск}}{U_{ном}} = \frac{877}{1140} = 0.81 \geq 0.8, \quad (2.74)$$

- перевантаженні:

$$U_{пер} = \frac{(U_0 - \Delta U_{нр})}{1 + 1.57 \cdot \frac{I_{комб}}{U_{ном} \cdot 1000} \cdot (\Sigma r + \Sigma x)} = \frac{(1140 - 650)}{1 + 1.57 \times \frac{117}{660 \cdot 1000} \cdot (0.08 + 0.09)} = 550.63, В,$$

$$\frac{U_{пер}}{U_{ном}} = \frac{550}{660} = 0.87 \geq 0.85 \quad (2.75)$$

- гальмуванні:

$$U_{\text{зал}} = \frac{(U_0 - \Delta U_{\text{нр}})}{1 + 0.87 \cdot \frac{I_{\text{пускюком}}}{U_{\text{ном}} \cdot 1000} \cdot (\Sigma r + \Sigma x)} = \frac{(1140 - 650)}{1 + 0.87 \cdot \frac{117}{660 \cdot 1000} \cdot (0,8 + 0,9)} = 555.3, \text{ В},$$

$$\frac{U_{\text{залм}}}{U_{\text{ном}}} = \frac{555,3}{660} = 0.89 \geq 0.85 \quad (2.76)$$

Умови виконуються.

## 2.7. Розрахунок електропостачання збірного штреку

Для електропостачання збірного штреку приймаємо магістральну схему електропостачання з установкою ПУПП.

Таблиця 10 - Електроспоживачі на збірному штреку.

Найменування споживачів	Тип електродвиг.	Кіл - сть	Потужн.кВ т		Ін, А	Іп, А	Cos У	КП Д, %
			ед.	об щ.				
РП 2ЛТ1000КСП								
Конв.2ЛТ1000КС	2ЭДКОФВ250В	1	115	115	122	911	0,85	94
Конв.2ЛТ1000КС	2ЭДКОФВ250В	1	115	115	122	911	0,85	94
Леб. телескоп.	ВР-132М-4	1	11	11	13	90	0,84	87
Компрессор УКВШ-5/7	2ЭДКОФ250М- 4	1	55	55	60	420	0,86	92
Привід ДКНУ-1	2ВР250М6	1	55	55	61	366	0,87	92
Тормоз	АИУ90L4	1	2.2	2.2	2,4	15	0.8	82
Лебідка 1ЛГКН	ВРП-160S-4	1	15	15	17	108	0,84	90
Питатель ПКЛ-10	ВР-132М-4	1	11	11	13	90	0,84	87
Дозаторна установка	АИУ 120L2	1	7,5	7,5	8,5	61	0,89	85
Освітлення	-	1	4	4	4,5	-	0,92	-

АПШ-1								
$\sum P = 380,7 \text{ кВт}$ $\sum I_H = 423,4 \text{ А}$								

1. Потужність трансформатору.

$$P_{\text{тр.р.}} = \frac{P_{\text{уст.}} \cdot K_c}{\cos \varphi_{\text{ср.взв.}}}, \text{кВА}, \quad (2.77)$$

де:  $K_c$  = коефіцієнт попиту

$$K_{c.1\text{гр}} = 0,4 + 0,6 \frac{P_{\text{найб.}}}{\sum P_{\text{уст}}} = 0,4 + 0,6 \cdot \frac{115}{380} = 0,58 \quad (2.78)$$

$$\cos \varphi_{\text{ср.взв.1гр}} = \frac{P_1 \cos \varphi + \dots + P_n \cos \varphi}{\sum P_{\text{уст}}}, \quad (2.79)$$

$$\cos \varphi_{\text{ср.взв.1гр}} = \frac{55 \cdot 0,86 + 55 \cdot 0,87 + 7,5 \cdot 0,89 + 37 \cdot 0,84 + 2,2 \cdot 0,8 + 4 \cdot 0,92 + 220 \cdot 0,85}{381} = 0,86$$

$$P_{\text{тр.р.1гр}} = \frac{373 \cdot 0,58}{0,86} = 245 \text{ кВА}$$

2. Вибір трансформатора.  $P_T \geq P_{\text{тр.р}}$

Приймаємо ТСШВП 400/6/0.66

(с  $P_H = 400 \text{ кВт}$ ,  $I_{HH} = 335 \text{ А}$ ,  $I_{BH} = 39 \text{ А}$ ,  $U_{K3} = 3,5\%$ ,  $P_{K3} = 3,7 \text{ кВт}$ )

3. Втрати напруги в трансформаторі.

$$\Delta U_{\text{тр.}} = \beta \cdot (U_a \cdot \cos \varphi_{\text{ср.взв.}} + U_p \cdot \sin \varphi_{\text{ср.взв.}}) \cdot \frac{U_{mp}}{100}, \text{В}, \quad (2.80)$$

Коефіцієнт загрузки трансформатора

$$\beta_1 = \frac{P_{\text{тр.р.}}}{P_{\text{тр.н}}} = \frac{245}{400} = 0,6, \quad (2.81)$$

Активна складова к.з. %



$$U_a = \frac{P_{к.з.}}{P_{тр.н.}} \cdot 100\% = \frac{3,7}{400} \cdot 100\% = 0,93\%, \quad (2.82)$$

Реактивна складова к.з. %

$$U_p = \sqrt{U^2_{к.з.} - U^2_a} = \sqrt{3,5^2 - 0,93^2} = 3,37\%, \quad (2.83)$$

$$\cos \varphi_{ср.взв.} = 0,86 \quad \sin \varphi_{ср.взв.} = 0,51$$

$$\Delta U_{mp} = 0,63 \cdot (0,93 \cdot 0,86 + 3,37 \cdot 0,51) \cdot \frac{690}{100} = 11В$$

4. Визначаємо втрату напруги на кожній ділянці магістрального кабелю;

- для СУВ-350 конвеєра 2ЛТ1000КСП:

$$\Delta U_{п.} = \frac{\sum P_{к.} \cdot L_{к.} \cdot 1000}{\rho \cdot S_{к.} \cdot \eta_c}, \quad (2.84)$$

$$\Delta U_{фк} = \frac{381 \cdot 80 \cdot 1000}{53 \cdot 95 \cdot 660 \cdot 0,95} = 9,6В$$

$$\Delta U_{зк} = \frac{110 \cdot 45 \cdot 1000}{53 \cdot 50 \cdot 660 \cdot 0,95} = 3В,$$

Сумарні втрати на магістральному кабелі:

$$\sum \Delta U = \Delta U_3 + \Delta U_2 + \Delta U_3 + \Delta U_{тр.} = 11 + 9,6 + 3 = 23,6В, \quad (2.85)$$

$$\sum \Delta U = 23,6В \leq U_{доп.} = 63В$$

5. Перевіряємо мережу на можливість запуску приводу конвеєра при інших працюючих споживачах:

$$R = R_{мп.} + R_{л.} = 0,011 + 0,37 \cdot 0,045 + 0,194 \cdot 0,08 = 0,043, Ом, \quad (2.86)$$

$$X = X_{мп.} + X_{л.} = 0,04 + 0,081 \cdot 0,045 + 0,06 \cdot 0,08 = 0,048 Ом, \quad (2.87)$$

$$\Delta U_{\text{н.р.}} = \frac{\sum p \cdot L_{\text{к}} \cdot 1000}{\rho \cdot S_{\text{к}} \cdot U_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{с}}} \text{ В}, \quad (2.88)$$

$$\Delta U_{\text{фк}} = \frac{381 \cdot 80 \cdot 1000}{53 \cdot 70 \cdot 660 \cdot 0,95} = 9,1 \text{ В},$$

$$U_{\text{п}} = \frac{690 - 9,1}{1 + 1,73 \cdot \frac{911}{690} \cdot (0,043 \cdot 0,5 + 0,048 \cdot 0,87)} = 611 \text{ В}$$

$$\frac{U_{\text{п}}}{U_{\text{н}}} \geq 0,8; \quad \frac{611}{660} = 0,94 \geq 0,8; \text{ виконано.}$$

6. Вибір пускової апаратури:

а) фідерних автоматів  $I_{\text{н.ф.}} \geq I_0$ ;  $U_{\text{н.ф.}} = U_{\text{с}}$ ; і перевіряємо на виконання:

$$I_0 \geq 1,92 \cdot I_{\text{к.з.}}^2$$

б) пускателі:

$I_{\text{н.п.}} \geq I_{\text{н.д.}}$   $U_{\text{н.п.}} = U_{\text{н.д.}}$   $P_{\text{п}} \geq P_{\text{н.д.}}$  і перевіряємо на відповідність комутаційної і розривної можливості пускателя величині пускового струму, що захищати двигун.

7. Вибір уставок МТЗ:

а) для захисту гілок що постачають один або групу двигунів с кз ротором

$$I_{\text{у}} \geq I_{\text{н.пуск.}}, \quad (2.89)$$

б) для захисту магістралі

$$I_{\text{у.}} \geq I_{\text{расч.}} = (I_{\text{н.пуск.}} + \sum I_{\text{н.р.}}) \quad (2.90)$$

Обрані уставки перевіряємо по розрахунковому максимальному току

$$\text{двухфазного к.з. } \frac{I_{\text{к.з.}}^2}{I_{\text{у}}^2} \geq K_{\text{ч}} = 1,5$$

8. Вибір плавких вставок:

$$I_{\text{в}} = \frac{I_{\text{н.п.}}}{1,6 \div 2,5} \text{ та перевіряємо на відповідність умові } \frac{I_{\text{к.з.}}^2}{I_{\text{у}}^2} \geq 4 \div 7$$

9. Вибір високовольтної комірки для підключення КТПВ приводимо по величині номінального току КТПВ-630/6 та забезпеченню його захисту уставкою МТЗ, величину якої визначимо з формули:

$$I_{y.p.} = \frac{1,2 - 1,4(I_{n.n.} + \sum I_{n.p.})}{K_{mp}} = \frac{1,3(911 + 301 + 85)}{9,1} = 185 \text{ A}, \quad (2.91)$$

Приймаємо  $I_y = 200 \text{ A}$  (КРУВ-6  $I_n = 200 \text{ A}$ )

Перевіряємо обрану уставку на відповідність умові:

Для трансформаторів з однаковою схемою з'єднання обмоток.

10. Розрахунок кабельної високовольтної комірки до КТПВ-630/6.

а) По тривало-допустимому току номінального режиму роботи трансформатора КТПВ-630/6 приймаємо розріз  $35 \text{ мм}^2$   $I_{\text{дл. доп.}} = 110 \text{ A}$

б) перевіримо по нагріву током к.з.

$$S = \frac{I_{\infty} \sqrt{t_{\phi}}}{C}, \quad (2.92)$$

$$X = X_c + X_{mp.} + X_{p.} + X_{л.} = 1,55 + 0,65 \cdot 0,087 = 1,60 \text{ Ом}, \quad (2.93)$$

$$R = R_{л.} = 1,69 + 0,65 \cdot 0,52 = 2,00 \text{ Ом},$$

$$I_{\infty} = \frac{6300}{1,73 \cdot \sqrt{2^2 + 1,6^2}} = 1422 \text{ A} \quad I_{\text{к.з.}}^2 = I_{\infty}^2 \cdot 0,87 = 1237 \text{ A}$$

$$S = \frac{1422 \cdot \sqrt{0,25}}{145} = 4,9 \text{ мм}^2 - \text{обраний кабель витримує нагрів током к.з.}$$

## 2.8. Розрахунок електропостачання бортового штреку

Для електропостачання бортового штреку приймаємо магістральну схему електропостачання з установкою ПУПП.

Таблиця 11 - Електроспоживачі на бортовому штреку.

Назва споживачів	Тип електродвиг.	Кіл - сть	Потужн.кВ т		Ін, А	Іп, А	Cos Y	КП Д, %
РП 547 борт. штреку								
Привід ДКНУ-1	2BP250M6	1	55	55	61	366	0,87	92
Тормоз	АИУ90L4	1	2.2	2.2	2,4	15	0.8	82
Лебідка ЗЛП	ВРП-160S-4	1	15	15	17	108	0,84	90
Агрегат пусковий АПШ-1	-	1	4	4	4,5	-	0,92	-
$\sum P = 76,2 \text{ кВт}$								
$\sum I_n = 84,9 \text{ А}$								

## 1. Потужність трансформатору

$$P_{\text{тр.р.}} = \frac{P_{\text{уст.}} \cdot K_c}{\cos Y_{\text{ср.взв.}}}, \text{кВА}, \quad (2.94)$$

Де:  $K_c$  = коефіцієнт попиту

$$K_c = 0,4 + 0,6 \frac{P_{\text{наиб.}}}{\sum P_{\text{уст}}} = 0,4 + 0,6 \cdot \frac{55}{76} = 0,83; \quad (2.95)$$

$$\cos \varphi_{\text{ср.взв.1гр}} = \frac{P_1 \cos \varphi + \dots + P_n \cos \varphi}{\sum P_{\text{уст.}}}, \quad (0.2)$$

$$\cos \varphi_{\text{ср.взв.1гр}} = \frac{55 \cdot 0,87 + 2,2 \cdot 0,8 + 4 \cdot 0,92 + 15 \cdot 0,84}{76} = 0,87$$

$$P_{\text{тр.р.}} = \frac{76 \cdot 0,83}{0,87} = 72,5 \text{ кВА}$$

2. Вибір трансформатору  $P_T \geq P_{\text{тр.р.}}$ 

До першої групи споживачів приймаємо ТСШВП 400/6/0.66

(с  $P_n=400$  кВт,  $I_{н.н.}=335$ А,  $I_{вн}=39$  А,  $U_{кз}=3,5\%$ ,  $P_{кз}=3,7$  кВт)

Втрати напруги в трансформаторі.

$$\Delta U_{\text{тр.}} = \beta \cdot (U_{\text{а.}} \cdot \cos \varphi_{\text{ср.взв.}} + U_{\text{р.}} \cdot \sin \varphi_{\text{ср.взв.}}) \frac{U_{\text{тр.}}}{100}; \text{В}, \quad (2.96)$$

Коефіцієнт завантаження трансформатору

$$\beta_1 = \frac{P_{\text{тр.р.}}}{P_{\text{тр.н}}} = \frac{73}{400} = 0,18 \quad (2.97)$$

Активна складова к.з. %

$$U_a = \frac{P_{\text{к.з.}}}{P_{\text{тр.н}}} \cdot 100\% = \frac{3,7}{400} \cdot 100\% = 0,93\% \quad (2.98)$$

Реактивна складова к.з. %

$$U_p = \sqrt{U_{\text{к.з.}}^2 - U_a^2} = \sqrt{3,5^2 - 0,93^2} = 3,37\%, \quad (2.99)$$

$$\cos \varphi_{\text{ср.взв.}} = 0,87; \quad \sin \varphi_{\text{ср.взв.}} = 0,49;$$

$$\Delta U_{\text{мп}} = 0,18 \cdot (0,93 \cdot 0,87 + 3,37 \cdot 0,49) \cdot \frac{690}{100} = 3 \text{В}$$

2. Визначаємо втрату напруги на кожній ділянці магістрального кабелю:

$$\Delta U_{\text{п.}} = \frac{\sum P_{\text{к.}} \cdot L_{\text{к.}} \cdot 1000}{\rho \cdot S_{\text{к.}} \cdot \eta_{\text{с}}}, \quad (2.100)$$

$$\Delta U_{\text{фк}} = \frac{73 \cdot 45 \cdot 1000}{53 \cdot 35 \cdot 660 \cdot 0,95} = 2,8 \text{В},$$

$$\Delta U_{\text{гк}} = \frac{55 \cdot 5 \cdot 1000}{53 \cdot 35 \cdot 660 \cdot 0,95} = 0,2 \text{В}$$

Сумарні втрати напруги в магістральному кабелі:

$$\sum \Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 + \Delta U_{тр.} = 3 + 2,8 + 0,2 = 6B, \quad (2.101)$$

$$\sum \Delta U = 6B \leq U_{доп.} = 63B$$

3. Перевіряємо мережу на можливість запуску приводу конвеєра при інших працюючих споживачах:

$$R = R_{мп.} + R_{л.} = 0,011 + 0,53 \cdot 0,05 = 0,037 Ом, \quad (2.102)$$

$$X = X_{мп.} + X_{л.} = 0,04 + 0,084 \cdot 0,005 + 0,064 \cdot 0,045 = 0,043 Ом,$$

$$\Delta U_{н.р.} = \frac{\sum p \cdot L_k \cdot 1000}{\rho \cdot S_k \cdot U_n \cdot \eta_c} \cdot B, \quad (2.103)$$

$$\Delta U_{фк} = \frac{73 \cdot 45 \cdot 1000}{53 \cdot 35 \cdot 660 \cdot 0,95} = 2,8B$$

$$U_{п} = \frac{690 - 3}{1 + 1,73 \cdot \frac{366}{690} \cdot (0,037 \cdot 0,5 + 0,043 \cdot 0,87)} = 654 B$$

$$\frac{U_{п}}{U_n} \geq 0,8; \quad \frac{654}{660} = 0,99 \geq 0,8; \quad \text{виконується.}$$

6. Вибір пускової апаратури:

а) Фідерних автоматів  $I_{н.ф.} \geq I_o$ ;  $U_{н.ф.} = U_c$ ; перевіряємо на виконання  $I_o \geq 1,92 \cdot I_{к.з}^2$

б) пускателі:

$I_{н.п.} \geq I_{н.д.}$   $U_{н.п.} = U_{н.д.}$   $P_{п} \geq P_{н.д.}$  і перевіряємо на відповідність комутаційної і розривної можливості пускателя величині пускового струму, що захищати двигун.

7. Вибір уставок МТЗ:

а) для захисту гілок що постачають один або групу двигунів с кз ротором  $I_y \geq I_{н.пуск.}$

б) для захисту магістралі

$$I_{y.} \geq I_{расч} = (I_{н.пуск.} + \sum I_{н.р.}) \quad (2.104)$$

Обрані уставки перевіряємо по розрахунковому максимальному току

$$\text{двухфазного к.з. } \frac{I_{к.з.}^2}{I_y} \geq K_{\text{ч}} = 1.5$$

8. Вибір плавких вставок:

$$I_{\text{в}} = \frac{I_{\text{н.п.}}}{1.6 \div 2.5} \text{ перевіряємо чи відповідає умові } \frac{I_{к.з.}^2}{I_y} \geq 4 \div 7$$

9. Вибір високовольтної комірки для підключення КТПВ приводимо по величині номінального току КТПВ-630/6 та забезпеченню його захисту уставкою МТЗ, величину якої визначимо з формули:

$$I_{y.p.} = \frac{1,2 - 1,4(I_{н.н.} + \sum I_{н.р.})}{K_{mp}} = \frac{1,3 \cdot (911 + 301 + 85)}{9,1} = 185 \text{ А}, \quad (2.105)$$

Приймаємо  $I_y = 200 \text{ А}$  (КРУВ-6  $I_{н.} = 200 \text{ А}$ )

Перевіряємо обрану уставну на відповідність умові:

Для трансформаторів з однаковою схемою з'єднання обмоток.

$$\frac{I_{к.з.}^2}{K_{тр} * I_y} \geq 1.5 \text{ результати заносим в таблицю.}$$

10. Розрахунок кабельної мережі від високовольтної комірки до ПУПП.

а) По тривало-допустимому току номінального режиму роботи трансформатора ТСШВП-630/6/0,66 приймаємо кабель розрізом 3х35 с  $I_{\text{дл.доп}} = 110 \text{ А}$

б) перевіримо по нагріву током к.з.

$$S = \frac{I_{\infty} \sqrt{t_{\phi}}}{C}; \quad (2.106)$$

$$X = X_{с.} + X_{mp.} + X_{p.} + X_{л.} = 1,55 + 0,65 \cdot 0,087 = 1,60 \text{ м}, \quad (2.107)$$

$$R = R_{\Sigma} = 1,69 + 0,65 \cdot 0,52 = 2,00 \text{ Ом}, \quad (2.108)$$

$$I_{\infty} = \frac{6300}{1,73 \cdot \sqrt{2^2 + 1,6^2}} = 1342 \text{ А}$$

$$I_{\text{к.з.}}^2 = I_{\infty}^2 \cdot 0,87 = 1164 \text{ А}^2$$

$$S = \frac{1342 \cdot \sqrt{0,25}}{145} = 4,6 \text{ мм}^2 - \text{обраний кабель витримає нагрів током к.з}$$

Таблиця 12 - Обрані кабелі для всіх електроспоживачів

Найменування споживачів	Рн, кВт	Ін, А	Іп, А	Кабель прокладений		Марка кабелю	L каб · м	Апарат тип
				від	до			
ТСШВП400/ 6 (1064зб.штр)	381	61	-	РПП-6 №19	ТСШВП	ВЭВБШ в-6 3х35	650	КРУВ- 6
СУВ350АВ	383	423	12 12	ТСШ ВП	СУВ	ВЭВБШ в-1 3х95	80	А3732
Компресор УКВШ-5/7	55	60	42 0	СУВ	УКВШ	КГЭШ 3х50	80	ПВИ- 125
Конвеєр 2ЛТ1000КС П.1пр.	110	122	91 1	СУВ	Привід	КГЭШ 3х50	45	ПВИ- 250
Живильник ПКЛ	11	13	90	СУВ	ПКЛ	КГЭШ 3х6	20	ПВИ- 125
ДКНУ-1	55	60	36 6	СУВ	Пр.ДКН У	КГЭШ 3х50	5	ПВИ- 250
Тормоз ДКНУ-1	2,2	2,4	16	СУВ	Прив.	КГЭШ 3х6	5	ПВИ- 125
Дозаторна установка	7,5	5	35	СУВ	СНТ- 40-02	КГЭШ 3х6	12	ПВИ- 125
Лебідка телескопу	11	13	90	ПВИ 125М ВР	Леб.тел.	КГЭШ 3х6	110	ПВИ- 125МВ Р



### 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 3.1. Аналіз небезпеки та шкідливих умов на шахті «Дніпровська»

Шахтою розробляється пласт за метанообільністю шахта відноситься до надкатегорнійих. За раптовими викидами і по пилю не небезпечна.

Приплив води по шахті складає: нормальний  $480-500 \text{ м}^3 / \text{год}$ , максимальний  $540 \text{ м}^3 / \text{год}$ .

Травми в технологічному комплексі шахтної поверхні складають 7-12% від загального їх числа. Приблизно третина всіх смертельних випадків відбувається внаслідок обвалення в діючих виробках. У разі невідповідності міцності кріплення і тиску відбувається обрушення порід покрівлі.

Травмування на транспорті є другою за значимістю причиною нещасних випадків в шахтах. На неї припадає в середньому одна четверта частина всіх смертельних випадків в шахтах. Причиною є велика кількість транспорту по всім підземним виробкам і нестача місця. Механічний вплив - основна причина травматизму, пов'язаного з машинами і механізмами.

Небезпечними факторами гірничого виробництва є вибухові роботи і електричний струм. Люди травмуються також при падінні з висоти, падінні різних предметів.

Застосування електроенергії в шахті пов'язане з небезпекою ураження (обслуговуючого персоналу електрострумом, пожежі, вибухи метану від відкритих дугам, іскрами і струмами витоку), які в певній степені залежать від параметров електроустановок, таких, як живляча напруга, рід, частота і сила струму, режим нейтралі електричної мережі.

У підземних виробках можливе переохолодження чи перегрівання, може привести до втрати працездатності й захворювання. Для уникнення таких проблем на шахті встановлені калорифери ФОЦ -40.

Застосування цих пристроїв дозволяє установити температуру на робочих місцях 26 градусів по Цельсію, що є нормою для наших умов і зменшує захворювання робочого персоналу.

В результаті застосування на шахті великої кількості різних машин і механізмів істотним чинником, що впливає на безпеку і якість праці є шум. Шкідливий вплив шуму позначається на органах слуху і центральній нервовій системі.

При безперервній напруженості через шум зростає небезпека виникнення нещасних випадків.

На шахті освітлення істотно впливає на умови праці. При поганому освітленні значно зростає ймовірність нещасних випадків.

На освітлення витрачається в середньому 5-10% загального споживання електроенергії, тому при економії електроенергії в освітлювальних установках знизили не тільки витрати на електроенергію, а підвищили рівень безпеки на робочих місцях в шахті. При використанні ламп ЛБ замість ЛДЦ дозволяє нам швидко зекономити 32% електроенергії, споживаної освітлювальними установками. В результаті цих заходів на шахті травматизм зменшився на 10%.

Небезпечні моменти при переміщенні людей у виробках пояснюється об'єктивними умовами цього гірського виробництва, а саме: мало простору, недостатня освітленість, шумом машин і механізмів.

Загальношахтна вентиляція - один з найбільш енергоємних процесів: на провітрювання шахт витрачається більше 20% споживаної електроенергії.

### 3.2 Протиаварійний захист на шахті «Дніпровська»

Заходи щодо попередження загазування виробок видобувної ділянки

1. Забезпечити подачу розрахункової витрати повітря на виймальних ділянках.
2. Вести контроль за станом газового режиму згідно вимог «Правил безпеки у вугільних шахтах».
3. Вести постійний контроль стану вентиляційних споруд на видобувальних ділянках. При виявленні порушень з експлуатації або

установлення аварійного стану вентиляційних споруд, негайно вжити заходів щодо їх введення в робочий стан.

4. При виконанні робіт у вентиляційних споруд не допускати пошкодження елементів вентиляційних споруд, а також приводити вентиляційні споруди в робочий стан, передбачене схемою провітрювання видобувальної ділянки.

5. Забезпечити безперебійну роботу ВМ-6, провітрювати технологічний тупик збірного та відкатувального штреку.

6. При виявленні місцевих або шарових скупчень метану прийняти міри по їх ліквідації відповідно до розроблених заходів.

7. При необхідності зміни місць розташування вентиляційних споруд, роботи виконувати силами ділянки ВТБ по спеціально зіставленим паспортам.

Протипилові заходи. Використання сучасного високопродуктивного обладнання в очісних вибоях значно підвищило рівень запиленості рудникової атмосфери на шахті.

Тому завдання ефективної боротьби з пилом може бути успішно вирішене тільки при впровадженні комплексу заходів щодо подавлення пилу:

1. Зрошення місць розвантаження, навантаження і перевантаження вугілля.
2. Водяні завіси.
3. Інтенсивне провітрювання та ін.

Для боротьби з пилом використання використовується вода з протипожежного зрошувального трубопроводу діаметром 100 мм.

Для підвищення ефективності боротьби з пилом застосовується дозатори ДСУ-4М.

Боротьба з пилом при роботі комбайна проводиться за допомогою зрошувальних пристроїв, якими комплектується комбайн. Для зрошення застосовується насосна установка НУМС-33Е. Для подачі води до пунктів зрошення прокладається водопровід діаметром 32 мм.

Крім протипилових заходів передбачається індивідуальний захист органів дихання шахтарів від пилу за допомогою респіраторів типу РПА зі змінними фільтрами. Респіратори закріплюються за всіма робочими і ІТР дільниці.

Заходи щодо протипожежного захисту. З метою пожежогасіння до видобувної дільниці прокладається трубопровід діаметром 100 мм. На сполученнях штреків використовуються пожежні крани. Первинні засоби пожежогасіння (ручні вогнегасники і пісок) повинні встановлюватися у всіх електромеханізмів з боку надходження віз задушливій струменя, але не далі 10м від механізма.

У всіх приводних головок конвеєрів з турбомуфтами встановлюються два ручних вогнегасника, у пересувних електростанцій встановлюються 2 ручних вогнегасника, ящик з піском 0,1 м<sup>3</sup> і одна лопата.

У електророзподільних пунктів встановлюється 3 ручних вогнегасника, ящик з піском і лопата.

У насосних маслостанцій встановлюються 4 ручних вогнегасника, ящик з піском 0,2 м<sup>3</sup> і лопата.

Для оперативного керування гірничими роботами на шахтах широко використовується телефонний і селекторний зв'язок.

На шахті створена служба зв'язку, яка стежить за роботою шахтної телефонної мережі.

Телефонний зв'язок має велике значення в оперативному управлінні діяльності підприємства.

В результаті вжитих заходів травматизм робітників знизитися з 2-3 випадках за останні 5 років до 1-2 випадків за той же відрізок часу.

### 3.3.Розрахунок захисного заземлення.

Мета розрахунку – визначити параметри заземлення: кількість, розміри і розміщення на плані об'єкта, що захищається, вертикальних і горизонтальних

електродів.

Визначається розрахунковий однофазний струм замикання на землю

Згідно з ПУЕ трифазні установки напругою 110 кВ і вище працюють з ефективно заземленою нейтраллю і відносяться до установок з великими струмами замикання на землю ( $> 5000$  А). Електроустановки напругою вище 1000 В до 35 кВ включно працюють з ізольованою нейтраллю чи приєднаною до заземлюючого пристрою, через котушки, які компенсують.

В установках з великими струмами замикання на землю як розрахунковий струм приймається стале значення найбільшого зі струмів однофазного замикання на землю для проектного заземлюючого пристрою.

В установках з малими струмами замикання на землю без компенсації ємнісних струмів розрахунковий однофазний (ємнісний) струм замикань на землю приблизно може бути визначений за формулою:

$$I_3 = \frac{\sqrt{3}U_{\phi}}{350}(3,5 * l_{к.л.}), A \quad (3.1)$$

$$I_3 = \frac{\sqrt{3} * 660}{350}(3,5 * 2) = 22,82, A,$$

де  $U_{\phi}$  – фазна напруга мережі, кВ;  $U_{\phi}=660$ , кВ;  $l_{к.л.}$  – довжина електрично зв'язаних кабельних ліній, км;  $l_{к.л.}=2$ , км;

В установках з малими струмами замикання на землю з компенсацією ємнісних струмів як розрахунковий приймається струм, рівний 125% номінального струму компенсаційних апаратів. Для заземлюючих пристроїв, до яких не приєднані компенсаційні апарати, як розрахунковий приймається залишковий струм замикання на землю для даної мережі при вимиканні найбільш потужного компенсаційного апарата чи найбільш розгалуженої ділянки мережі. Струм замикання на землю повинен бути розрахований для

можливої в експлуатації схеми мережі, при якій цей струм буде мати найбільше значення

### 3.4. Опір природних заземлювачів

Таблиця 13 -Технічні дані.

Найменування. споживачів	Рн, кВт	Ін, А	Іп. (Іра сч) А	Кабель прол.		L каб, м	Апарат		
				от	до		тип	Ін, А	Іо, кА
КТПВ 630/6/1,2 (№1)	677	61	-	РПП-6 №19	КТПВ	200 0	КРУ В-6	200	16
QSWCA2- 2/11	677	436	188 0	КТПВ	QSWC А	25	A374 2	630	20
Комбайн МВ 410Е	407	260	170 2	QSWC А	УКД- МВ 410Е	340	ПВІ- 450	440	5
ВСПК (в.пр.)	75	48	440	QSWC А	ВСПК	370	ПВІ- 200	200	4
Нас.уст. СНТ200	120	70	472	QSWC А	РАД3- 60	10	ПВІ- 80	80	2
Насос перекач.	7.5	5	20	QSWC А	Пр.нас оса	10	ПВІ- 80	80	2
РП леб (547 б.штр.)	15	10	70	QSWC А	РП	410	ПВІ- 200	200	4
Лебідка 1ЛГКН	15	10	70	РП	1ЛГК Н	40	ПВІ- 125М ВР	125	2,5
Конвеєр СЗК.190/800 (н.пр)	250	125	875	QSWC А	Пр. СП	90	ПВІ- 200	200	4
	85	81	560	QSWC А	Пр. СП	90	ПВІ- 200	200	4

- для вертикального круглого чи косинцевого заземлювача в поверхні землі:

$$R = \frac{60}{2 * 3,14 * 2,3} \cdot \ln \frac{9,2}{0,009} = 29,10, \text{Ом}, \quad (3.2)$$

- те ж для зануреного в землю на  $t_0$  від поверхні:

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} * \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} * \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right) \text{ Ом}, \quad (3.3)$$

$$R = \frac{60}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,3} \left( \ln \frac{5}{0,009} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{(4 \cdot 0,6) + 2,3}{(4 \cdot 0,6) - 2,3} \right) = 23,44, \text{ Ом},$$

- для протяжного на поверхні землі (стрижень, труба, смуга, кабель і т.д., для смуги шириною  $a$ ,  $d = 0,5a$ )

$$R = \frac{\rho}{\pi l} \ln \frac{2l}{d}, \text{ Ом}; \quad (3.4)$$

$$R = \frac{60}{3,14 \cdot 2,3} \cdot \ln \frac{4,6}{0,3} = 25,14, \text{ Ом};$$

- те ж для зануреного в землю на  $t_0$  від поверхні:

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{l^2}{dt}, \text{ Ом}, \quad (3.5)$$

$$R = \frac{60}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,3} \cdot \ln \frac{5,29}{0,009 \cdot 0,6} = 28,51, \text{ Ом};$$

- те ж для зануреної у землю на  $t_0$  від поверхні:

$$R = \frac{\rho}{4D} \cdot \left( 1 + \frac{2}{\pi} \arcsin \frac{D}{\sqrt{16t_0^2 + D^2}} \right), \text{ Ом}; \quad (3.6)$$



$$R = \frac{60}{4 \cdot 0,3} \cdot \left( 1 + \frac{2}{3,14} \cdot \arcsin \frac{0,3}{\sqrt{16 \cdot 0,36 + 0,09}} \right) = 22,36, \text{ Ом};$$

- для пластини, поставленої на ребро, зануреної на  $t_0$  від поверхні землі:

$$R = \frac{\rho}{2\pi a} \cdot \left( \ln \frac{4a}{b} + \frac{a}{2t_0} \right), \text{ Ом}; \quad (3.7)$$

$$R = \frac{60}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,3} \left( \ln \frac{4 \cdot 0,3}{0,7} + \frac{0,3}{2 \cdot 0,6} \right) = 17,16, \text{ Ом},$$

- для прямокутної пластини на поверхні землі:

$$R = \frac{\rho}{\pi a} \ln \frac{4a}{b}, \text{ Ом}; \quad (3.8)$$

$$R = \frac{60}{3,14 \cdot 0,3} \ln \frac{4 \cdot 0,3}{0,7} = 34,33, \text{ Ом},$$

- для квадратної пластини на поверхні землі

$$R = 0,444 \cdot \frac{\rho}{a}, \text{ Ом} \quad (3.9)$$

$$R = 0,444 \cdot \frac{60}{0,3} = 88,8, \text{ Ом},$$

де  $\rho$  - питомий опір ґрунту, Ом · м;  $\rho=60$ , Ом · м;  $l$  – довжина заземлювача, м;  $l=2,3$  м;  $d$  - діаметр круглого заземлювача, м;  $d=0,009$  м;  $t$  – відстань від поверхні землі до центра заземлювача, м;  $t=0,6$  м;  $D$  – діаметр круглої пластини, м;  $D=0,3$  м;  $a, b$  – ширина і довжина пластинчастого заземлювача, м;  $a=0,3$ , м;  $b=0,7$ , м;

Визначається необхідний опір штучних заземлювачів

$$R_u = \frac{R_l \cdot R_{nye}}{R_l - R_{nye}}, \text{ Ом}, \quad (3.10)$$

$$R_u = \frac{15 \cdot 10}{15 - 10} = 30, \text{ Ом},$$

де  $R_l$  – опір розтіканню природних заземлювачів;  $R_l = 15$  Ом;  $R_{nye}$  – припустимий опір розтіканню заземлюючого пристрою, згідно з ПУЕ [3];  $R_{nye} = 10$ , Ом;

Установки, що заземлюють, з великими струмами замикання на землю, мають складну конструкцію і розраховувати їх рекомендується способом наведених потенціалів.

Розрахунок опору заземлювача цим способом ведеться в такій послідовності:

- за схемою розміщення заземлюючого пристрою, визначаються площа заземлювача  $S = 7$ , ( $\text{м}^2$ ), довжина  $L_r = 8$ , (м) горизонтальних, кількість  $n = 5$  і довжина  $L_v = 5$  (м) вертикальних електродів;

кількість свічок  $m$  за однією стороною моделі

$$m = \frac{L_r}{2\sqrt{S}} - 1. \quad (3.11)$$

$$m = \frac{8}{2\sqrt{7}} - 1 = 0,5$$

- довжина сторони вічка в моделі, м

$$b = \frac{\sqrt{S}}{m}, \quad (3.12)$$

$$b = \frac{\sqrt{7}}{0,5} = 5, \text{ м},$$

- відстань між вертикальними електродами в моделі при розміщенні їх по контуру, м

$$a = \frac{4\sqrt{S}}{n}; \quad (3.13)$$

$$a = \frac{4\sqrt{7}}{5} = 2,11 \text{ м};$$

- відносна глибина занурення в землю вертикальних електродів у моделі

$$t_{om} = \frac{L_B + t_0}{\sqrt{S}}; \quad (3.14)$$

$$t_{om.} = \frac{7 + 0,6}{\sqrt{7}} = 2,67 \text{ м};$$

## 4. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

## ВСТУП

Економічна частина мого дипломного проекту обумовлена тим, що потрібно визначити доцільність купівлі нового сучасного обладнання для видобувального комплексу, від якого залежить основний прибуток шахти «Дніпровська».

Основне питання – чи потрібно змінювати стару техніку, радянського зразку, яка має відносно не велику вартість, але по продуктивності значно уступає зарубіжним аналогам, на нову, яка коштує більше, але за продуктивністю є набагато кращою.

Для мене результат даних розрахунків цілком прогнозований, для того, щоб на видобувній ділянці можна було добути більше вугілля, потрібна нова техніка, яка хоч і більше коштуватиме, але матиме змогу при менших, або однакових затратах, зі старою технікою, добути в рази більше корисних копалин.

### 4.1. Розрахунок капітальних інвестицій

Капітальні інвестиції – це кошти, призначені для створення і придбання основних фондів і нематеріальних активів, що підлягають амортизації та розраховуються за формулою:

$$K_{\Pi} = K_{об} + K_{тзс} + K_{м(н)} + K_{інші} \quad (4.1)$$

$K_{об}$  – вартість устаткування за зведенням витрат (без ПДВ), грн.;

$K_{тзс}$  – транспортно-заготівельні і складські витрати, грн.;

$K_{м(н)}$  – витрати на монтаж і налагодження устаткування, грн.;

$K_{інші}$  – інші капіталовкладення  $K_i = 30\%$  від  $K_{м(н)}$

Проектні капітальні інвестиції в устаткування і будівельно-монтажні роботи визначаються на, наведених у бухгалтерських звітах підприємства ШУ «Дніпровське»

Витрати на монтажні ( $Z_m$ ) та на налагоджувальні роботи ( $Z_n$ ) визначаємо за формулою:

$$Z_{m(n)} = \sum (C_i \cdot a_i \cdot t_i) \cdot K_d \cdot K_{cm} \cdot K_{np} \quad (4.2)$$

де  $C_i$  – чисельність працівників  $i$ -го розряду, необхідних для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних робіт), чол;  $C_i=7$ , чол.

$a_i$  – годинна тарифна ставка працівника  $i$ -го розряду, грн;  $a_i=76$  грн./год.;

$t_i$  – час, необхідний для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних робіт), год;  $t_i=6$  год.;

$K_d$  – коефіцієнт, що враховує розмір доплат;  $K_d=1,25$ ;

$K_{cm}$  – коефіцієнт, що враховує єдиний соціальний внесок;  $K_{cm}=0,2$

$K_{np}$  – коефіцієнт, що враховує інші витрати на здійснення монтажних (налагоджувальних) робіт -  $K_{np}=0,1$ .

Данні взяти з документації ШУ «Дніпровське»

$$Z_{m(n)} = (7 \cdot 76 \cdot 6) \cdot 1,25 \cdot 0,2 \cdot 0,1 = 68,25 \text{ грн}$$

Капітальні інвестиції групи 3

$$K_{\pi} = 13895100 + 400000 + 798540 + 239\,562 = 15\,333\,202, \text{ .грн};$$

Капітальні інвестиції групи 4

$$K_{\pi} = 55235120 + 1325000 + 2800500 + 840\,150 = 60\,200\,770, \text{ грн};$$

Таблиця 14 - Зведення капітальних інвестицій

Найменування обладнання 3 групи	Кіл-ть одиниць штук	Оптова ціна, грн	
		за одиницю	Загальна
Скребковий конвеєр СЗК 190/800	1	15250000	15250000
Перевантажувач ПТК-1	1	778800	778800

Конвейєр стрічковий 1Л-80	1	1167600	1167600
Маслостанція СНТ-200	2	220500	450000
Насос зрошення НУМС-30	1	31200	31200
Напольна дорога ДКНЛ	2	797860	1595720
Витрати на монтаж: 800 000 грн, 3 групи.			
Транспортно-заготівельні і складські витрати: 500 000 грн, 3 групи.			
Разом: 800 000+500 00=1 300 000, грн.			

Найменування обладнання 4 групи	Кіл-ть оди-ниць штук	Оптова ціна,грн	
		за оди-ницю	Загальна
Комбайн МВ 410Е	1	10500000	10500000
Механізоване кріплення 1МДТ	133	245700	32678100
Трансформатор ТСВП 630/6	2	337152	674304
Трансформатор ТСВП 400/6	2	273590	547180
Кріплення спряження КС – 1МУ	4	314300	1257200
Дробарка ДО	1	327768	327768
Підтримуюча лебідка 1ЛП	2	49008	98016
Апаратура пускова ПРА	3	18842	56526
Автом. Вимикач АВ 400	2	31600	63200
Пускач ПВІ 250	2	36480	72960
Пускач ПВИ 125	4	27340	109360
Високовольтна комірка КРУВ-6	2	138000	276000

Апаратура контр воздуху АПТВ	1	25480	25480
Апаратура управління «Вітер»	1	213416	213416
Апаратура контр метану АС-3	1	83800	83800
Витрати на монтаж: 3 500 000 грн, 4 групи.			
Транспортно-заготівельні і складські витрати: 1 200 800 грн, 4 групи.			
Разом: 3 500 000 + 1 200 800 = 4 700 800 грн;			
Всього: 4 700 800 + 1 300 000 = 6 000 800 грн;			

Якщо устаткування, що демонтується цілком амортизовані, то повні капітальні витрати проектного варіанта дорівнюють:

$$K_{\text{пов}} = K_{\text{п}} + K_{\text{дем}}, \quad (4.3)$$

де  $K_{\text{дем}}$  – витрати на демонтаж застарілого устаткування, тис. грн.; беремо значення  $K_{\text{дем}}$  з звіту про демонтаж лави 1045 за 2013 рік  $K_{\text{дем}} = 1\,380\,000$ , грн;

$$K_{\text{пов}} = 75\,533\,972 + 1\,380\,000 = 76\,913\,972 \text{ грн},$$

#### 4.2. Розрахунок експлуатаційних витрат

*Експлуатаційні витрати* – це поточні витрати на експлуатацію та обслуговування об'єкта проектування за визначений період (наприклад, рік), що виражені у грошовій формі.

До основних статей експлуатаційних витрат по електротехнічному устаткуванню та енергомережам відносяться:

Амортизаційні відрахування ( $C_a$ ).

Заробітна плата обслуговуючого персоналу ( $C_3$ ).

Єдиний соціальний внесок ( $C_c$ ).



Витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж ( $C_{\text{пр}}$ ).

Вартість втрат електроенергії ( $C_e$ ).

Інші витрати ( $C_{\text{ін}}$ ).

Таким чином, річні експлуатаційні витрати по об'єкту проектування складають:

$$C = C_a + C_z + C_c + C_{\text{пр}} + C_e + C_{\text{ін}}, \text{ грн.} \quad (4.4)$$

#### 4.3. Розрахунок амортизаційних відрахувань

Амортизація об'єкта основних засобів нараховується виходячи з терміну його корисного використання. Податковим кодексом України визначено мінімальний термін корисного використання для 3 групи – 10 років, для 4 групи – 5 років.

Таким чином при прямолінійному методі річна сума амортизації визначається діленням вартості, яка амортизується, на строк корисного використання об'єкта основних засобів.

*Розрахунок амортизаційних відрахувань для 3 групи.*

$$A_{\text{варт}} = K_{\text{п}} - Л, \quad (4.5)$$

Л – розрахункова ліквідаційна вартість основних засобів 3 групи;

Л=1 500 800, грн;

$$A_{\text{варт}} = 15\,333\,202 - 1\,500\,800 = 13\,832\,402, \text{ грн.};$$

Норма амортизації при прямолінійному методі постійна протягом усього амортизаційного періоду і дорівнює:

$$H_a = \frac{1}{T_n} \cdot 100\%, \quad , \quad (4.6)$$

$T_n$  – термін корисного використання 3 групи 10 років:

$$H_a = \frac{1}{10} \cdot 100 = 10, \%;$$

Річна амортизація відрахування  $A_{\text{річна}}$  за прямолінійним методом:

$L = 2\,400\,800$ , грн;

$$A_{\text{річна}} = A_{\text{варт}} \cdot H_a \quad (4.7)$$

$$A_{\text{річна}} = 13\,832\,402 \cdot 0.1 = 1\,383\,240, \text{ грн}$$

Розрахунок амортизаційних відрахувань для 4 групи.

$L$  – розрахункова ліквідаційна вартість основних засобів 4 групи;

$L = 3\,100\,200$ , грн.

$T_n$  – термін корисного використання 4 групи,  $T_n = 5$  років;

$$A_{\text{варт}} = 60\,200\,770 - 3\,100\,200 = 57\,100\,570, \text{ грн.};$$

$$H_a = \frac{1}{5} \cdot 100 = 20, \%;$$

$$A_{\text{річна}} = 57\,100\,570 \cdot 0.2 = 11\,420\,114, \text{ грн};$$

#### 4.4. Розрахунок річного фонду заробітної плати

Розрахунок річного фонду заробітної плати здійснюється відповідно до штатного розкладу підприємства ШУ «Дніпровське»

Таблиця 15 – річний фонд основної заробітної плати.

№	Найменування професії робітників	Явочний штат у зміні, осіб	Списковий склад з урахуванням змінності роботи, осіб	Базовий оклад, грн	Премія за продуктив. праці	Усього основна зарплата, грн.
1.	ГРОВ	5	11	8160	8336	16496
2.	Ел.слюсарі: -чергові	4	13	7085	4889	11974
3.	-ремонтні	3	11	8160	9384	17544
4.	Механік дільниці	1	1	18760	2814	22574
5.	Заст.механ. дільниці	1	1	14140	2121	16261
6.	Гірничий майст.діл ьн.	1	7	10090	6054	16144
	Всього	15	44	66395	33598	99993

Загальна величина річного фонду заробітної плати складає:

$$C_z = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{дод}}, \text{ грн.} \quad (4.8)$$

$Z_{\text{осн}}$ ,  $Z_{\text{дод}}$  – основна і додаткова заробітна плата відповідно.

$Z_{\text{осн}} = 99\,993$ , грн.;  $Z_{\text{дод}} = 9999$ , грн. – 10% від основної ЗП.

$$C_z = 99993 + 9999 = 109\,992, \text{ грн.}$$

Єдиний соціальний внесок

$$C_c = 109\,992 \cdot 0,2 = 21\,997, \text{ грн.}$$

Витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт електроустаткування

$$C_{np} = 75\,200\,555 \cdot 0,01 = 752\,005, \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості втрат електроенергії, або енергії, що споживається

Вартість втрат електроенергії об'єктом проектування протягом року визначається за формулою:

$$C_3 = W_p \cdot C_e, \text{ грн.}, \quad (4.9)$$

де  $W_p$  – річні втрати електроенергії, кВт·годин;  $W_p = 2\,300\,900$ , кВт·годин;

$C_e$  – тариф на електроенергію, грн / кВт·годин;  $C_e = 1,67$  грн / кВт·годин.

$$C_3 = 2\,300\,900 \cdot 1,67 = 3\,842\,503, \text{ грн.}$$

#### 4.5. Визначення інших витрат

$$C_{in} = 107\,000 \cdot 0,04 = 4\,280, \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати по об'єкту проектування складають:

$$C = 9\,408\,801 + 109\,992 + 21\,997 + 752\,005 + 3\,842\,503 + 4\,280 = 14\,135\,095, \text{ грн.}$$

#### 4.6. Визначення річної економії від впровадження об'єкту проектування

Повна річна економія від впровадження варіанту визначається з урахуванням експлуатаційних витрат по даному об'єкту:

$$E = E_r - C, \text{ грн.}, \quad (4.10)$$

$$E_r = (Q_n - Q_c) \cdot (C - C/B), \text{ грн.}, \quad (4.11)$$

Де  $Q_n$  – прибуток за рік новим технічним обладнанням видобувної ділянки, грн;

$$Q_n = P_{\text{річн}} \cdot Ц = 931\,971 \cdot 269 = 250\,700\,250, \text{ грн.}$$

$Q_c$  - прибуток за рік застарілим технічним обладнанням видобувної ділянки, грн;

$$Q_c = P_{\text{річн}} \cdot Ц = 440\,148 \cdot 269 = 118\,400\,000, \text{ грн.}$$

$Ц$  – оптова ціна однієї тонни вугілля, грн;  $Ц = 269$ , грн.

$C/V$  – собівартість однієї тонни вугілля, грн;  $C/V = 260$ , грн.

$$E_T = (250\,700\,250 - 118\,400\,000) \cdot (269 - 260) = 11\,907\,022\,50, \text{ грн.}$$

$$E = 11\,907\,022\,50 - 14\,137\,095 = 1\,176\,565\,155, \text{ грн.}$$

### Висновок

При роботі з економічною частиною була визначена доцільність купівлі нового очисного комбайну, скребкового конвеєру та механізованого кріплення. Нове обладнання приносить у 10 разів більше прибутку, ніж те, що застаріло. Навіть враховуючи ціну нового обладнання, воно повністю окупає себе.

Тому з економічної точки зору комбайн MB 410E, скребковий конвеєр СЗК 180/900 та механізоване кріплення 1МДТ можуть бути прийняті для використання

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Мета роботи – заміна електротехнічного обладнання та реконструкція системи електропостачання видобувної дільниці.

Для руйнування гірничої маси, в протигагу старому комбайну 1к101, був обраний сучасний чеський комбайн MB 410E.

Якщо порівнювати ці 2 комбайни, то MB 410E має ряд переваг:

- Жорсткий тяговий орган (зменшує витрати електроенергії на переміщення комбайну, робить роботу з ним безпечнішою.)
- Зменшені габарити по висоті та довжині.
- Підвищена енергоозброєність – 2 двигуни по 180 кВт, проти одного двигуна 1к101 на 200 кВт.
- Вища швидкість подачі у 2 рази.

З новим комбайном, в лаву повинен монтуватися і новий скребковий конвеєр СЗК 190/800, який поставляється комплексом з MB 410E.

Було розраховано електропостачання лави та 2 штреків, та прийнято відповідні кабелі ВЕВбшв-6 та КГЕШ, які задовольняють потребу в безперебійному електропостачанні електроприймачів.

Для електропостачання збірного та бортового штреку приймаємо магістральну схему електропостачання з установкою ПУПШ.

Прийнято 3 передвижні установки типу КТПВ-630/6/1,2. Для споживачів 3х груп. По тривало-допустимому току номінального режиму роботи трансформатора КТПВ-630/6 приймаємо розріз  $35 \text{ мм}^2 I_{\text{дл.доп.}} = 110 \text{ А}$

Для магістралі був прийнятий кабель: КГЭШ  $3 \times 70 + 1 \times 10 + 6 \times 2,5 \text{ мм}^2$ , для комбайна був прийнятий кабель: КГЭШ  $3 \times 70 + 1 \times 10 + 6 \times 2,5 \text{ мм}^2$ , для конвеєра лави був прийнятий: КГЭШ  $3 \times 35 + 1 \times 10 + 6 \times 2,5 \text{ мм}^2$ , для насосної установки був прийнятий кабель: КГЭШ  $3 \times 35 + 1 \times 10 + 6 \times 2,5 \text{ мм}^2$

Для збірного штреку приймаємо Приймаємо  $I_y = 700$  (КРУВ-6  $I_n = 200 \text{ А}$ ), який розподілятиме електроенергію між споживачами дільниці.

Для першої групи споживачів було прийнято трансформатор ТСШВП 400/6/0.66 з такими характеристиками (с  $P_n = 400 \text{ кВт}$ ,  $I_{н.н.} = 335 \text{ А}$ ,  $I_{вн} = 39 \text{ А}$ ,  $U_{кз} = 3,5\%$ ,  $P_{кз} = 3,7 \text{ кВт}$ ).

Виходячи з умови механічної міцності, для живлення електричних двигунів комбайна та конвеєра приймаються кабелі перетином струмоведучих жил не менше 35 мм<sup>2</sup>.

Було обрано пускову апаратуру, таку як фідерні автомати, та пускателі, обрано для них уставку максимального токового захисту.

Визначили втрати напруги самого потужного і самого подальшого споживача.

Перевірено кабельну мережу при пуску перевантаженні і гальмуванні для комбайна, і визначено, що задана кабельна мережа виконує умови при цих режимах.

При роботі з дипломним проектом була чітко підкреслена нагальність проблеми заміни старою видобувної техніки.

Новий технологічний комплекс перевершує техніку радянського зразку по всім параметрам. Не зважаючи на те, що ціна нової техніки значно вище за стару, розрахунки з економіки показали, що прибуток в рік, від такої техніки, сягає до 1 млрд.грн.

Також нова техніка, є набагато безпечнішою для роботи обслуговуючого персоналу з нею, через захищеність токоведучих та механічних частин.

.



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бурчаков А.С., Гринько Н.К., Ковальчук А.Б. Технологія підземної розробки пластів. – М.: Недра, 1983. – 487 с.
2. Горна енциклопедія / Гл. ред. Е. А. Козловський; Ред. колл.: М.И. Агошков, Н. К. Байбаков, А. С. Болдарев и др. - М.: Сов. знцикл. Т 1...Т 5, 1984...1991.
3. Заплавський Г. А. Лісних В. А. Горные работы, проведення и кріплення гірничих виробок. - М.: Недра. 1986. -272 с.
4. Килячков А. П. Технологія гірничого виробництва. - М.: Недра, 1992.
5. Килячков А П., Брайцев В. А. Гірнича справа,- М.:Недра, 1989, - 422 с.
6. Кузьміч О.К. Основи гірничої справи. Підручник для вузів. Луганськ: Книжковий світ, 2007. – 272 с.
7. Кузьміч О.К. Основи гірничої справи. Навч. посібн для вузів. Луганськ: Книжковий світ, 2004. – 240 с.
8. Некрасовский Я. е., Колоколов О. В. Основи технології гірничого виробництва :. - М.: Недра, 1981. - 200 с.
9. Півняк Г.Г., Шкрабець Ф.П., Електрифікація гірничого виробництва.

## ДОДАТОК А

## Відомість матеріалів дипломного проекту

		<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіль- кість лис- тів</i>	<i>Примітка</i>
1					
2			<i>Документація</i>		
3					
4	A4	<i>.ПЗ</i>	<i>Пояснювальна записка</i>		
5					
6			<i>Графічні матеріали</i>		
7					
8	A1				
9	A1				
10					
11					

## **ДОДАТОК В**

Відгуки керівників розділів